URBANISME ET ÉCONOMIE D'ÉNERGIE

Québec

85-3148/

Urbanisme et économie d'énergie

Le contenu de cette publication
a été réalisé par le Bureau des
économies d'énergie du ministère
de l'Énergie et des Ressources.

Cette édition a été produite
par la Direction générale des
publications gouvernementales

Monsieur Jacques Brouillette,
du Bureau des économies d'énergie,
a assuré la coordination de la
recherche, de la rédaction et de la
révision des textes.

©Gouvernement du Québec
Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
3e trimestre 1984
ISBN 2-551-08915-8

Urbanisme et économie d'énergie

Québec

Présentation

Ce document vise l'utilisation rationnelle de l'énergie dans l'aménagement des milieux urbains. Il s'adresse aux constructeurs d'habitation et aux promoteurs, aux municipalités, aux professionnels de l'aménagement et à tous ceux que l'aménagement du territoire intéresse.

La première partie du guide rappelle brièvement les mesures applicables lors de la conception et la construction du bâtiment d'habitation. La deuxième décrit les mesures d'aménagement destinées au développement résidentiel et la troisième partie traite des mesures s'offrant à la municipalité pour réduire la consommation d'énergie sur son territoire, soit les mesures incitatives, financières, de contrôle et celles favorisant le transport.

Il va de soi que les mesures évoquées ici doivent tenir compte des conditions particulières du milieu, des objectifs sociaux des collectivités impliquées, de la réglementation municipale et des autres critères orientant l'aménagement du territoire. L'atteinte d'un équilibre dans l'utilisation de ces différents critères permettra de réaliser un milieu de vie à la fois énergétiquement efficace, agréable et fonctionnel.

Ce document met donc en évidence une série de mesures déjà plus ou moins connues mais peu utilisées au Québec tant pour la construction résidentielle que pour l'aménagement urbain. Il est à espérer que leur diffusion contribuera à leur popularité et suscitera chez les intervenants des actions volontaires et une collaboration étroite visant l'utilisation rationnelle de l'énergie.

Table des matières

Présentation

Introduction

Chapitre 1
Le bâtiment d'habitation

Le comportement énergétique 17

Le bilan thermique: pour savoir où va l'énergie 17
La température de non-chauffage 19

Construire pour accroître les économies d'énergie 20

Adopter une forme compacte 20
Augmenter la masse thermique 21
Placer les surfaces vitrées au sud 22
Bien disposer les pièces et abris extérieurs 24
Réduire les pertes de chaleur 25

L'évaluation du rendement énergétique 25

Chapitre 2
Le développement résidentiel

Le choix et l'aménagement du site 29
- La topographie 30
- La nature du sol sur le site 31
- Le microclimat: l'influence du vent et du soleil 32
- La végétation présente sur le site 35
- Le brise-vent 36
- Le pare-soleil 38
- Méthode pour choisir un site 39

L'orientation solaire du développement 40
- Orienter les rues dans l'axe est-ouest 40
- Orienter les lots et les bâtiments face au sud 42

La forme urbaine: densifier le développement 44
- L'étalement urbain 44
- Les alternatives d'aménagement 44
  - éviter le développement en saute-mouton 44
  - favoriser le développement dense et serré 45
  - rapprocher le résidentiel des réseaux de transport 46
  - recycler les anciennes zones urbaines 46
  - créer des pôles de développement secondaire 46
  - développer un secteur résidentiel en «grappe» 47

Le développement multifonctionnel: plus près de tout 48
- Multiplier les usages dans un même bâtiment 48
- Créer des quartiers multifonctionnels 49

Les voies d'accès et le transport 50
- Adopter un réseau routier efficace 50
- Implanter des réseaux piétons et des pistes cyclables 50
- Réduire la largeur des rues 50

Vendre le développement énergétiquement efficace 52
- La localisation du site 52
- Les critères d'aménagement du site 52
- L'utilisation de l'énergie solaire 52
- L'évaluation énergétique des bâtiments 52

Chapitre 3
La municipalité et l'énergie

Les objectifs de la municipalité 55

- Dans le bâtiment 55
- Dans l'aménagement 55
- Dans le transport 55

Les outils municipaux 56

- Les mesures incitatives 56
  - L'adoption d'orientations politiques 56
  - Offrir un service d'information sur l'énergie 56
  - La désignation d'aires à développement prioritaire 57
- Les mesures financières 57
  - Des programmes et ententes 57
  - L'utilisation de terrains vacants en secteur bâti 58
  - Le chauffage urbain 58
- Les mesures de contrôle de l'utilisation du sol 58
  - Intégrer des politiques énergétiques au schéma d'aménagement et au plan d'urbanisme 60
  - Multiplier les usages et augmenter les densités 60
  - Bien localiser les routes, réseaux de transport, équipements et infrastructures 60
  - Intégrer l'économie d'énergie aux règlements municipaux 60
  - Améliorer la réglementation existante 60
  - Introduire une grille d'analyse 62
- Les mesures affectant le transport 63
  - L'aménagement du territoire 63
  - La gestion du réseau 63
  - Les mesures innovatrices 65

Bibliographie additionnelle 66

Annexes

1 Évaluation des caractéristiques énergétiques de la résidence 71

2 Ouverture solaire et diagramme d'ombre 73

3 Brise-vent et pare-soleil: caractéristiques des arbres et arbustes 81

4 Les relevés de l'environnement 99

5 Politique énergétique de la ville de Brampton (Ontario) 100

6 Établissement des zones énergétiques de la ville de Portland (Oregon) 101

7 Une réglementation visant l'utilisation rationnelle de l'énergie 102

8 La protection de l'ensoleillement à Brampton (Ontario) 104

9 Grille d'analyse d'un projet de développement résidentiel 105

Introduction

Le coût de l'énergie

L'énergie fait partie intégrante du fonctionnement de la société contemporaine. C'est elle qui fait marcher l'industrie, qui réchauffe les logements et qui véhicule aussi bien les gens que les biens de consommation. Bref, tout notre mode de vie s'échafaude encore sur une consommation croissante des ressources énergétiques.

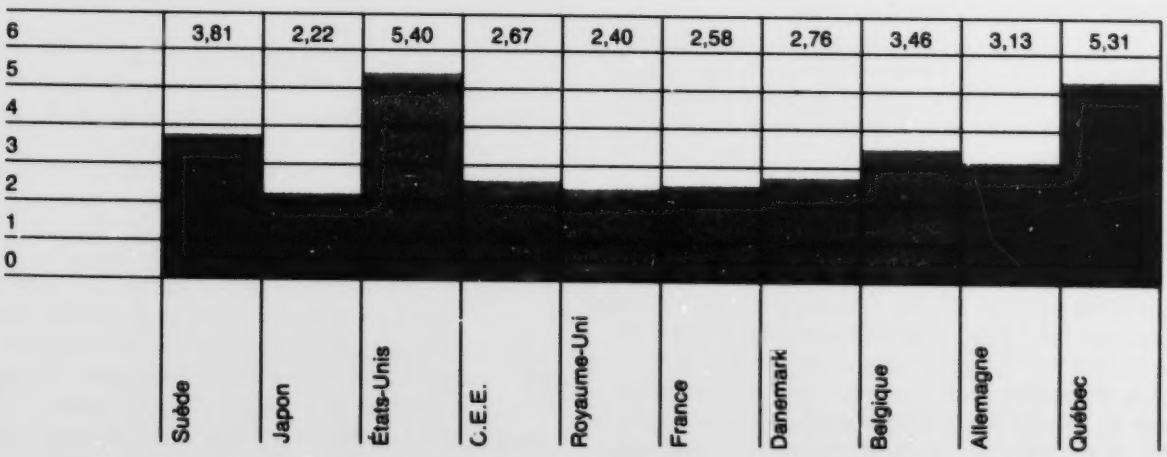
Le Québec se classe parmi un des plus grands consommateurs per capita d'énergie au monde. Et cette énergie, qu'elle provienne de l'extérieur ou qu'elle soit produite ici, nous coûte cher. Actuellement, *la consommation énergétique du secteur résidentiel coûte plus de deux milliards de dollars par année au Québec.* Quelque 80% de cette consommation sert au chauffage des logements et à la production d'eau chaude. Comme les besoins en nouveaux logements dans les centres métropolitains d'ici l'an 2001 sont estimés à plus d'un demi-million, dont 280 000 habitations unifamiliales[1], le bilan financier du secteur résidentiel sur le plan de l'énergie sera très lourd pour l'économie québécoise, puisque ces besoins représentent environ le quart du parc actuel de logements unifamiliaux. *Le transport, quant à lui, implique des déboursés annuels de près de 4 milliards de dollars pour le Québec,* dont une bonne part va à l'achat d'essence, ressource non renouvelable. Et bien que la consommation dans ce secteur ait diminué, elle pourrait s'accélérer avec une reprise de l'économie et accroître les dépenses pour l'énergie.

La crise de l'énergie a résulté en une prise de conscience, par nos sociétés, de l'épuisement graduel mais inévitable des énergies à bon marché. Et bien que les fluctuations actuelles des prix du pétrole suscitent l'espoir d'un retour à l'abondance, l'Agence internationale de l'énergie prévoit que la demande d'énergie excédera l'offre avant la fin du siècle pour l'ensemble des pays membres de l'OCDE, dont fait partie le Canada[2]. Il faut donc diversifier nos sources, s'orienter vers l'autosuffisance et les énergies renouvelables et diminuer dans tous les secteurs notre niveau actuel de consommation.

Le gouvernement du Québec, conscient de la situation, vise dans son Livre blanc sur l'énergie[3] une réduction de la consommation prévue en 1990 de l'ordre de 32% pour le secteur résidentiel et de 31% dans le secteur des transports. Ces objectifs seront atteints grâce entre autres à une meilleure construction résidentielle et un aménagement urbain rationnel.

La consommation énergétique par habitant Québec et principaux pays industrialisés 1981

En tep



Le Québec demeure l'un des gros consommateurs d'énergie parmi les principaux pays industrialisés.

Source: *Les statistiques de l'énergie au Québec, 1982.* Énergie et Ressources, Québec, septembre 1983.

[1] DIVIC, Anica. *Population households and housing requirements 1976-2001, Québec & Metropolitain areas.* Ottawa: Market Forecast and Analysis Division Canada, 1981.

[2] Agence internationale de l'énergie, *Les perspectives énergétiques mondiales selon l'AIE.*

[3] Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, *La politique québécoise de l'énergie: Assurer l'avenir.* Québec: Direction générale de l'énergie, 1978.

L'approche traditionnelle en aménagement

L'aménagement du territoire influence substantiellement la consommation énergétique de ces deux secteurs. Profitant des prix dérisoires de l'énergie, et particulièrement du pétrole, l'aménagement urbain et régional pratiqué depuis la seconde moitié du vingtième siècle a développé une infrastructure qui requiert une énorme quantité d'énergie pour fonctionner. Mentionnons par exemple la banlieue dortoir à faible densité, située loin des lieux de travail et qui exige l'usage de véhicules pour s'y rendre, ou encore les centres-villes spécialisés qui se vident tous les soirs de leurs travailleurs. À l'échelle du bâtiment, l'aménagement urbain implante la résidence dans l'environnement sans tenir compte des avantages ou inconvénients énergétiques apportés par le soleil ou le vent. Dans ce type d'aménagement, le système de chauffage reste l'élément principal de production de chaleur dans la maison et tout déplacement demande l'utilisation d'un véhicule moteur, ce qui résulte en une consommation excessive d'énergie.

L'aménagement énergétiquement efficace: tous y gagnent

Abandonner l'approche traditionnelle c'est, d'une part, adopter des mesures qui conduisent au bâtiment mieux protégé des rigueurs du climat et plus ouvert au chauffage solaire, et d'autre part, orienter l'aménagement vers une forme urbaine dense, compacte et multifonctionnelle, donc moins consommatrice d'énergie.

L'utilisation rationnelle de l'énergie dans le bâtiment et dans l'aménagement du territoire peut avantager les constructeurs et les promoteurs, les municipalités et l'ensemble de la collectivité québécoise.

La réalisation des projets de développement résidentiels reste le fait des constructeurs et promoteurs. Ce sont eux qui, aidés par l'architecte ou l'urbaniste, bâtiront la majorité des nouvelles résidences d'ici 20 ans. L'intégration dans leur « savoir faire » de critères favorisant l'efficacité énergétique leur permettra d'offrir aux acheteurs des bâtiments pratiques, attrayants et consommant moins d'énergie pour le chauffage et la ventilation. Ces bâtiments attireront une clientèle désirant habiter une résidence énergétiquement efficace, située dans un milieu où tout est à proximité, et cela, à un coût de développement égal ou à peine supérieur.

La municipalité joue un rôle important dans l'aménagement du territoire urbain. Pendant longtemps, l'application de la réglementation municipale détermina un milieu urbain étalé et rigide, ne tenant aucunement compte des aspects positifs ou négatifs de l'environnement. La municipalité peut aujourd'hui favoriser la construction efficace et l'orientation solaire du bâtiment, la mixité des usages et la densification du milieu urbain, l'amélioration énergétique des modes de transport et le remplissage des zones peu développées. Ce qui réduira les coûts reliés aux infrastructures et aux services municipaux, augmentera l'efficacité et l'achalandage du transport en commun et élargira sa marge de manoeuvre financière.

Les municipalités peuvent de plus contribuer à améliorer la qualité de vie et l'efficacité des milieux urbains en planifiant, conjointement avec les promoteurs immobiliers et les autorités du transport en commun, les réseaux de transport devant desservir les développements prévus. Une planification commune des routes, des réseaux de transport collectifs et des autres modes de déplacement contribuera à éviter la surcharge ou la sous-utilisation de ces différents systèmes.

Le propriétaire d'un bâtiment d'habitation sera impressionné par les économies découlant d'un aménagement énergétiquement efficace du bâtiment et du territoire: l'utilisation du chauffage solaire passif et l'aménagement paysager peuvent entraîner des réductions de l'ordre de 20% dans les coûts de chauffage d'une résidence unifamiliale. Cette économie peut même atteindre 60% des besoins de chauffage réguliers si, en plus de l'apport solaire gratuit, l'habitation est conçue selon des normes techniques rigoureuses pour conserver l'énergie produite par ses occupants et par les appareils domestiques[4]. À cela s'ajoutent la diminution du temps et des frais de transport — car les services, les emplois et les lieux de détente sont à proximité — et la possibilité d'utiliser des modes de transport moins énergivores comme le transport en commun, la bicyclette ou la marche. Tous ces avantages contribuent à créer un milieu de vie agréable, fonctionnel et énergétiquement efficace.

De plus, mentionnons les avantages économiques que le Québec pourra tirer d'une réallocation des sommes traditionnellement consacrées à l'achat d'énergie: l'amélioration du pouvoir d'achat du consommateur, l'injection de ces épargnes dans l'économie, la création d'emplois reliés aux économies d'énergie, bref, une contribution à l'amélioration du climat économique global.

[4] GOUGH, Bruce D. *Passive solar heating in Canada: A discussion paper*. Ottawa, ministère de l'Énergie, des Mines, des Ressources du Canada, 1979. p. 16.

Chapitre 1

Le bâtiment d'habitation

Essentiellement, tout bâtiment consiste en une enveloppe préservant des rigueurs du milieu extérieur un milieu intérieur, idéalement maintenu à un niveau de température et d'humidité confortable pour les occupants. Toute variation du climat intérieur est traditionnellement compensée par le système de ventilation ou de chauffage. Mais les coûts élevés de l'énergie requise pour effectuer ces compensations conduisent à examiner le comportement énergétique de nos bâtiments résidentiels, à en modifier la construction pour en augmenter le niveau d'efficacité énergétique et, enfin, à inclure ce nouveau critère parmi ceux qu'utilisent le constructeur, l'acheteur et la municipalité pour évaluer le bâtiment.

Le comportement énergétique du bâtiment

Le bilan thermique: pour savoir où va l'énergie

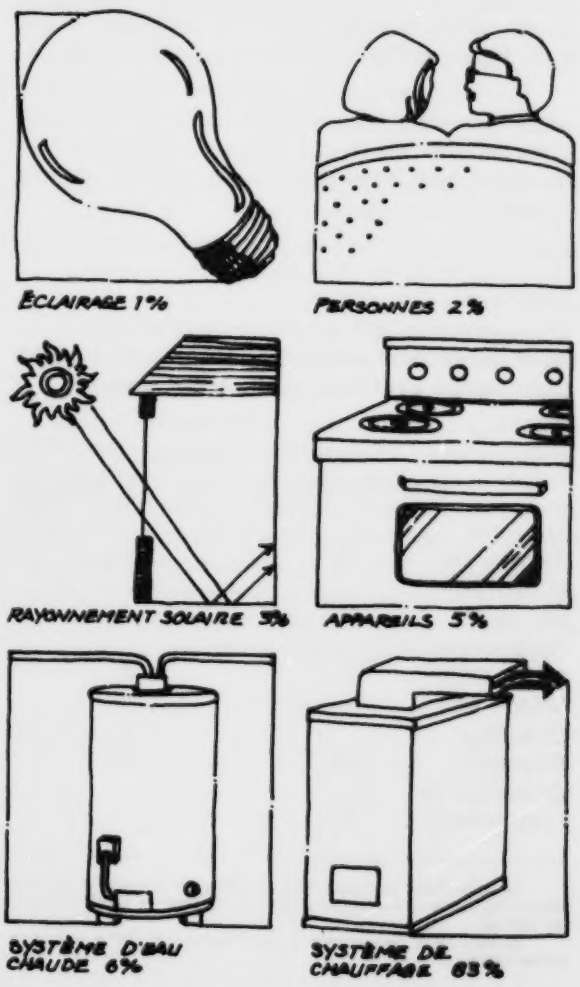
Le bilan thermique, c'est la somme de tous les gains de chaleur internes et externes moins toutes les pertes d'énergie du bâtiment.

Les gains de chaleur proviennent:

- Des sources internes soit les apports issus du système de chauffage, des appareils domestiques et des occupants.

Le bilan thermique: les gains et les pertes

Les gains



Le système de chauffage doit fournir plus de 80% des apports de chaleur pour un bâtiment conventionnel

Le système de chauffage représente une source importante de chaleur dans le bâtiment d'habitation. *Il faut donc s'assurer du maximum d'efficacité de ce système, particulièrement dans les bâtiments conventionnels où il assure la plus grande partie du chauffage.* D'autre part, l'énergie dégagée par les occupants, les appareils domestiques, le chauffe-eau et l'éclairage verra son importance relative s'accroître dans le bilan énergétique avec l'augmentation du niveau d'isolation et d'étanchéité du bâtiment.

• De l'apport solaire. Le rayonnement solaire compte pour beaucoup dans l'apport thermique des bâtiments construits au Canada. En effet, les gains solaires passifs captés par le vitrage dans les bâtiments résidentiels existants comblaient, en 1979, environ 12,5% des besoins bruts en chauffage, soit quelque 146,9 × 10^{15} joules ou 2,26% des besoins canadiens en énergie[5]. Et généralement ces bâtiments ne sont pas conçus spécifiquement pour profiter de l'apport solaire.

Pour des résidences utilisant efficacement le rayonnement solaire, les gains peuvent combler 33% des besoins en chauffage d'une maison unifamiliale, soit 33% des frais encourus pour le chauffage[6].

Tableau 1

Comparaison des sources de chaleur pour une maison conventionnelle et une maison bien isolée profitant de l'apport solaire

Source	Gains par maison (%) conventionnelle (7)	solaire bien isolée (8)
Appareils domestiques et éclairage	6	42
Occupants	2	5
Rayonnement solaire passif	3	31
Solaire actif	—	9
Chauffage d'appoint	83	13
Chauffage de l'eau chaude	6	—

Sources: *Guide du constructeur*, ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec et Association provinciale des contructeurs d'habitations du Québec.

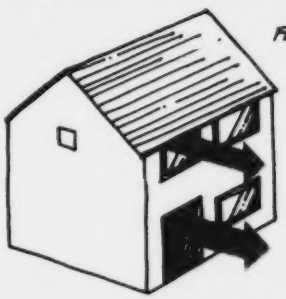
Saskatchewan conservation house: Final report, Office of Energy Conservation.

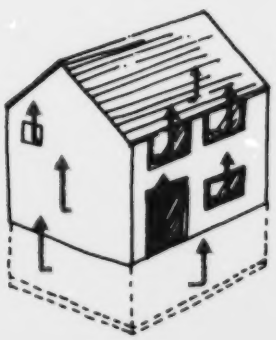
Les gains de chaleur varieront en importance selon le type de bâtiment, le niveau d'isolation et d'étanchéité et le degré d'utilisation du rayonnement solaire: une maison conventionnelle peu isolée, sans orientation au *sud* du vitrage obtiendra plus de 80% de sa chaleur par le chauffage d'appoint alors qu'une résidence bien isolée profitant du solaire passif pourra réduire à moins de 15% cet apport.

Les pertes d'énergie se font par:

• La transmission de chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment, soit par le toit, les murs, la fondation, les portes et les fenêtres;

Les pertes





L'exfiltration par les portes et fenêtres compte pour 27% des pertes thermiques et la transmission de chaleur par l'enveloppe atteint 69% des pertes totales d'un bâtiment conventionnel

[5] GOUGH, Bruce D., op. cit., p. 13.

[6] GOUGH, Bruce D., op. cit., p. 16.
Voir aussi: Scanada Consultants Limited. *Solar energy program: Ten practical passive solar houses in Eastern Canada*. Ottawa: Conseil national de recherches du Canada, 1980.

[7] Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources et Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec. *Guide du constructeur: Vers l'efficacité énergétique dans les logements neufs*. Montréal: le Ministère, 1982. p. 6.
Cette maison conventionnelle est une habitation unifamiliale détachée typique du sud de l'Ontario ayant les niveaux d'isolation « RSI » suivants: Fondation: 1.40 Murs: 2.11 Toit: 4.93

[8] Saskatchewan. Office of Energy Conservation. *Saskatchewan conservation house: Final report*. Saskatchewan: the Ministry, (s.d.) p. 13.
Il s'agit d'une maison expérimentale construite en Saskatchewan par l'Office of Energy Conservation: habitation unifamiliale détachée, sans sous-sol, à vitrage sud et ayant les niveaux d'isolation « RSI » suivants: Murs: 7.0 Toit: 10.6

• l'exfiltration d'air chaud par les fissures et joints dans les parois et autour des ouvertures (les portes et fenêtres), par l'entrée électrique, les commutateurs et prises de courant, le plafonnier et toute canalisation perforant l'enveloppe du bâtiment. De plus, l'air chaud s'enfuit par les sorties du système de chauffage et du foyer, les hottes de la cuisinière, les ventilateurs et toute autre ouverture dans le bâtiment.

Tableau 2

Répartition des pertes thermiques dans une maison conventionnelle

Type de perte		%
Toiture	Transmission	10
Portes et fenêtres	Transmission	21
Murs	Transmission	20
Fondations	Transmission	18
Renouvellement d'air	Exfiltration	27
Eaux usées	Evacuation	4

Source: *Guide du contructeur*, ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, et Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec, 1982, p. 6.

Un équilibre se constitue entre les gains et les pertes dans tout bâtiment grâce aux apports du système de chauffage.

Le bilan thermique s'établit ainsi:

Gains solaires + Gains internes = Pertes par transmission + Pertes par exfiltration

Comment économiser l'énergie?

• *Augmenter les apports solaires et diminuer les pertes pour réduire en hiver les besoins en chauffage*. L'été, l'on cherchera à diminuer la température intérieure du bâtiment par l'utilisation de pare-soleil végétaux ou architecturaux qui bloquent le rayonnement solaire.

• *Isoler et améliorer l'étanchéité des bâtiments futurs et des bâtiments existants*. Ces derniers constitueront tout de même quelque 75% du stock immobilier de l'an 2000.

La température de non-chauffage

La température de non-chauffage, c'est pour un bâtiment donné la température extérieure au-dessus de laquelle il n'est pas nécessaire de chauffer pour être à l'aise. Elle permet en quelque sorte de mesurer l'efficacité énergétique du bâtiment.

Prenons un exemple pour expliquer ce concept: en automne, lorsque la température extérieure descend jusqu'à 15°C, les occupants d'une résidence moyennement ou peu isolée et très sensible aux infiltrations d'air extérieur pourront sentir le besoin de chauffer pour conserver le confort intérieur. Dans ce cas-ci, la température au dessus de 15°C, soit 16°C, correspond à la température de non-chauffage pour cette résidence, c'est-à-dire celle où le chauffage d'appoint n'est pas nécessaire. L'idée est, bien sûr, d'abaisser le plus possible cette température en s'isolant des rigueurs du climat extérieur et en bénéficiant des apports solaires. La température de non-chauffage dépend donc des paramètres suivants:

• le microclimat extérieur (température, ensoleillement, vent);
• l'importance des gains de chaleur issus des apports internes et des apports solaires;
• l'inertie thermique, soit la capacité qu'a le bâtiment d'emmagasiner de la chaleur; elle varie selon la capacité calorifique des matériaux de construction utilisés;
• les niveaux d'isolation et d'étanchéité de l'enveloppe du bâtiment.

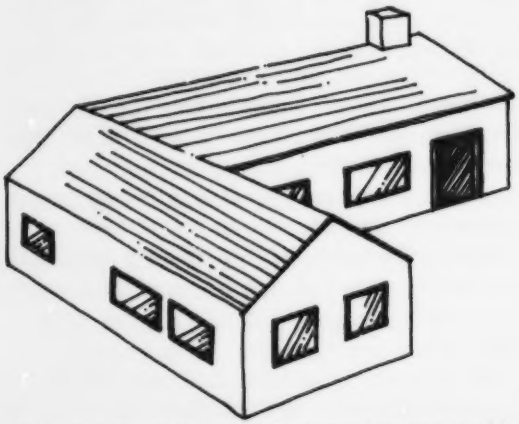
Donc, *autant il sera nécessaire de chauffer très tôt à l'automne une résidence mal isolée, autant une maison bien isolée, bien orientée et bénéficiant d'une masse thermique importante pourra rester sans chauffage d'appoint beaucoup plus longtemps*. En somme, plus le climat est ensoleillé, l'inertie thermique importante et le vitrage *sud* ouvert au soleil mais bien isolé la nuit, plus la température de non-chauffage sera basse.

Construire pour accroître les économies d'énergie

Lors de la construction d'un bâtiment résidentiel ou lors de rénovations majeures, les mesures suivantes peuvent être appliquées pour conserver la chaleur[9]. Ces mesures visent deux objectifs:

- diminuer les pertes thermiques par l'enveloppe du bâtiment soit par les murs, le toit, les portes, les fenêtres et autres ouvertures;
- augmenter et emmagasiner les apport solaires et retenir la chaleur issue des occupants, des appareils et des luminaires;

La forme du bâtiment

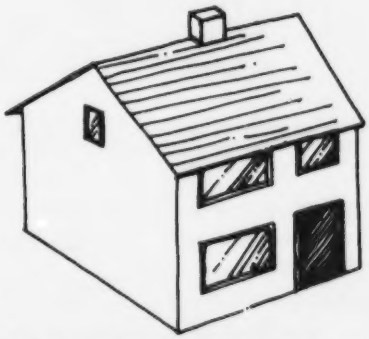


Beaucoup de surface extérieure accroît les pertes d'énergie

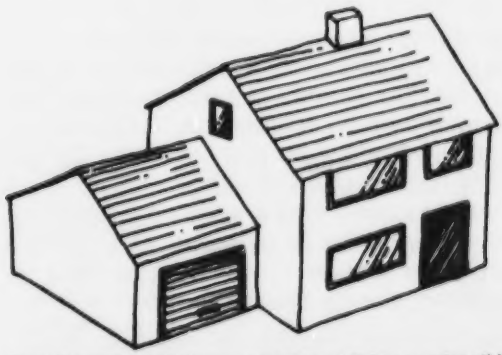
Adopter une forme compacte

Plus le bâtiment est compact, moins il offrira de surface de contact entre le milieu protégé et l'environnement extérieur. *Un bâtiment compact aura moins de pertes d'énergie car ces dernières sont proportionnelles à la surface des parois extérieures*. Pour un même volume habitable, les écarts de consommation d'énergie dus à la forme du bâtiment peuvent plus que doubler la facture de chauffage. La forme idéale et pratique se rapproche de celle d'un cube.

En plus des économies de chauffage, la construction d'un bâtiment compact à forme simple réduit les coûts de construction pour l'entrepreneur et ainsi le coût d'achat du bâtiment pour le consommateur.



Une forme compacte diminue les pertes



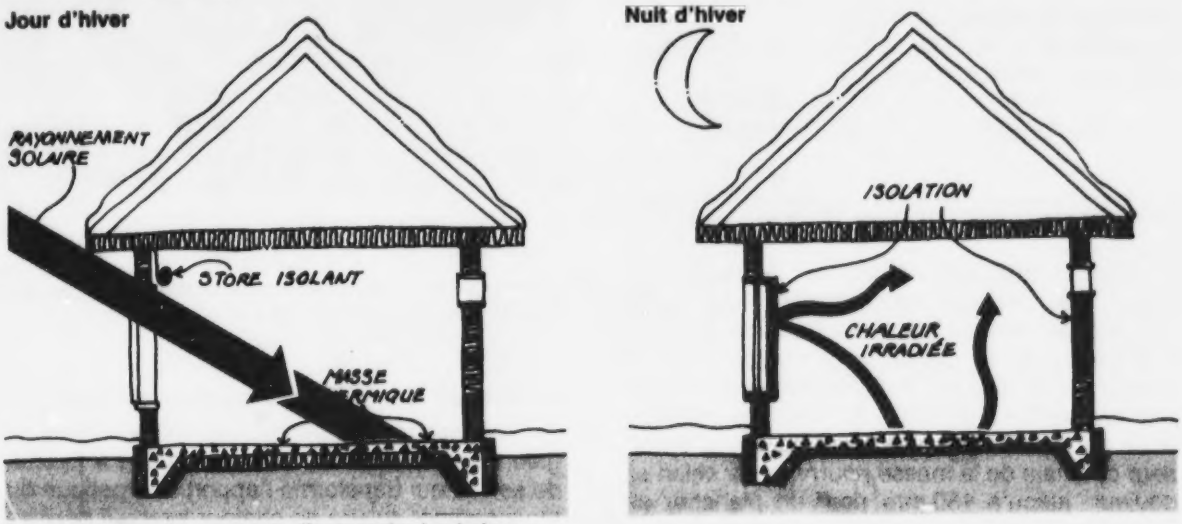
Des éléments extérieurs contribuent à économiser l'énergie

[9] Ces mesures sont décrites dans les publications suivantes:
Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources. *L'énergie solaire et votre maison*. Québec: le Ministère, 1981.
Le guide du constructeur, op. cit.

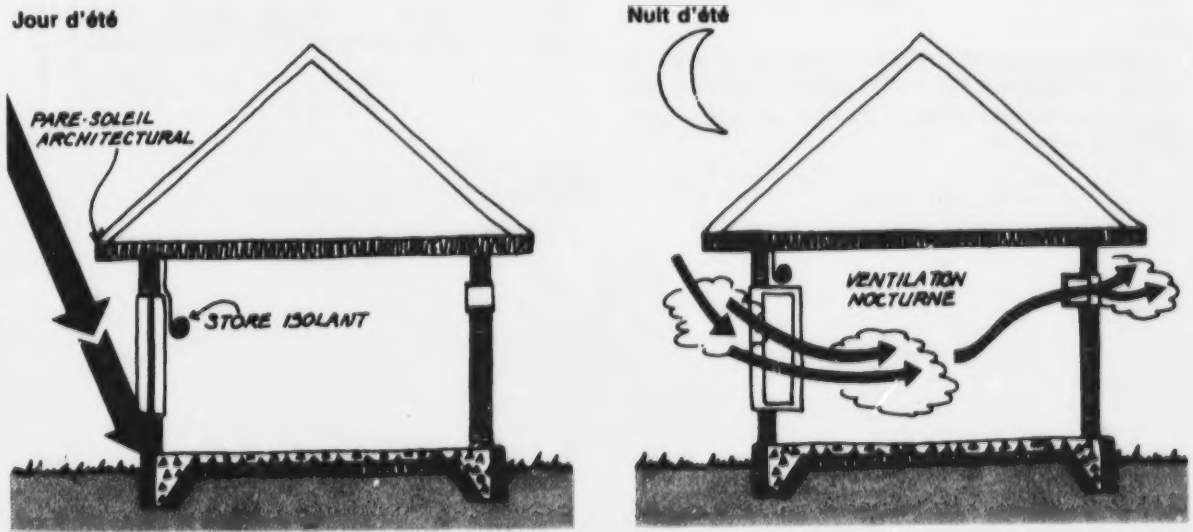
Augmenter la masse thermique

Les matériaux lourds composant la structure ou le revêtement d'un bâtiment, comme les planchers de béton ou les murs de brique intérieurs, agissent comme masse thermique en accumulant la chaleur d'origine interne et externe sans augmentation excessive de leur température propre. Ainsi, au cours du cycle jour-nuit[10], *la masse amoindrit un accroissement rapide de la température intérieure du bâtiment en accumulant, le jour, la chaleur excédentaire et ralentit une diminution inconfortable de cette température en restituant le soir cette chaleur.* Les matériaux épais et poreux utilisés comme masse thermique devront avoir une grande capacité calorifique par volume et un bon pouvoir de conduction. Le tableau suivant énumère la capacité de rétention thermique de certains matériaux de construction comparée à celle de l'eau.

La masse thermique



La masse thermique permet d'accumuler la chaleur excédentaire pour la restituer pendant les périodes froides



Les pare-soleil évitent la surchauffe en saison estivale

[10] Voir à ce sujet: Masonry Council of Canada. *Guide to energy efficiency in masonry and concrete building.* Downsview (Ont.): the Council, 1982. Section 3.
Voir aussi GOUGH, Bruce D., op. cit., pp. 37 à 40 et 62 à 66.

Tableau 3
Capacité calorifique de matériaux

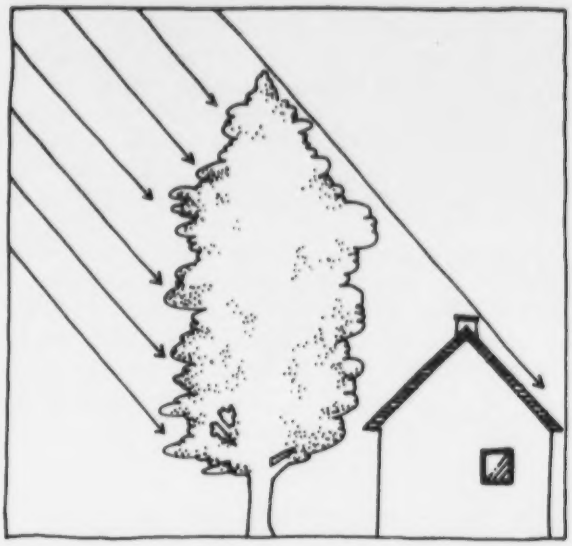
Matériau	Capacité calorifique au volume (kJ/m³.°C)
Eau	4 186
Acier	3 600
Pierre calcaire	2 300
Béton	2 000
Brique	1 600
Sol (selon le contenu en humidité)	1 200 à 3 700
Bois (selon l'espèce et contenu en humidité)	700 à 1 400
Panneaux de gypse	900

Source: *Le manuel du solarium, série technique solaire n° 2. Conseil national de recherche du Canada, Ottawa, 1981, p. 93.*

L'on prendra soin de disposer la masse thermique près des sources de chaleur — exposée aux rayons solaires sous des fenêtres sud, par exemple — et de maximiser le contact entre la masse et l'air ambiant à réchauffer — en forçant une circulation d'air entre les endroits de gains et de pertes énergétiques, par exemple. L'épaisseur optimale de la masse pourra varier selon sa couleur: jusqu'à 150 mm pour un plancher en béton foncé et 100 mm pour un plancher de couleur claire. Cependant le premier absorbera de 2 à 4 fois plus de chaleur du rayonnement solaire direct que le second. L'on préfèrera une masse plutôt étendue qu'une masse thermique compacte, moins efficace.

L'été la masse thermique servira plutôt à accumuler la fraîcheur de la nuit pour refroidir la résidence. On l'isolera alors le jour des excès du rayonnement solaire[10].

Le pare-soleil végétal



Le pare-soleil végétal réduit l'ensoleillement en saison chaude et contribue à rafraîchir le bâtiment

Placer les surfaces vitrées au sud

La fenestration contribue substantiellement au gain thermique d'une résidence grâce à l'« effet de serre » qui transforme l'apport énergétique du rayonnement solaire en chaleur lorsqu'il pénètre à l'intérieur du volume bâti[11]. Pendant la saison de chauffage, par exemple, une fenêtre du côté *sud* a un bilan thermique positif, c'est-à-dire qu'il y entre plus d'énergie qu'il n'en sort pendant la journée: ainsi, un vitrage double retiendra 50 kWh/m² et un vitrage triple 100 kWh/m² [12].

[11] Canada. Conseil national de recherches. *Le manuel du solarium.* Ottawa: le Conseil, 1981.

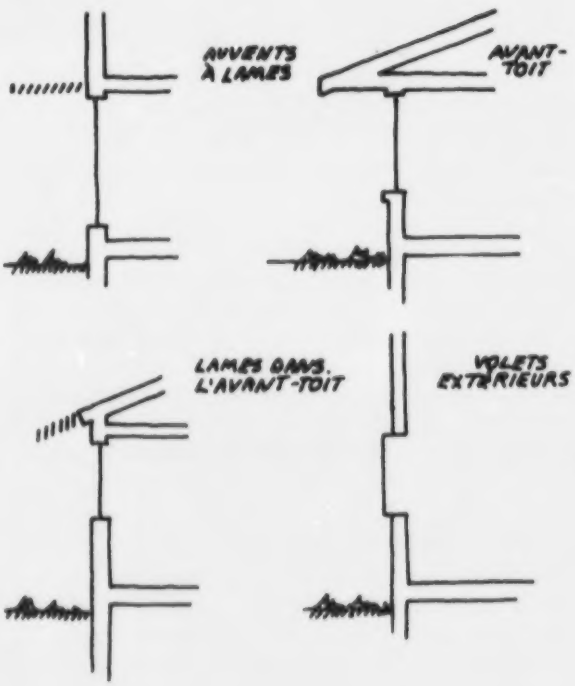
[12] GOUGH, Bruce D., op. cit., p. 61.
Le rayonnement solaire quotidien moyen sur une surface verticale située à Montréal (latitude 45.50 degrés N) varie de 1 750 watts-heures/mètre carré en novembre à 2 856 watts-heures/mètre carré en avril et atteint 3 244 watts-heures/mètre carré en février. Voir à ce sujet la référence (11).

Mais la vitre, très mauvais isolant, est responsable d'une bonne part du refroidissement du bâtiment sur le côté *sud*, en l'absence de soleil et sur les côtés *est*, *ouest* et surtout *nord*. Pour maximiser les gains solaires et réduire les pertes, il faudra:

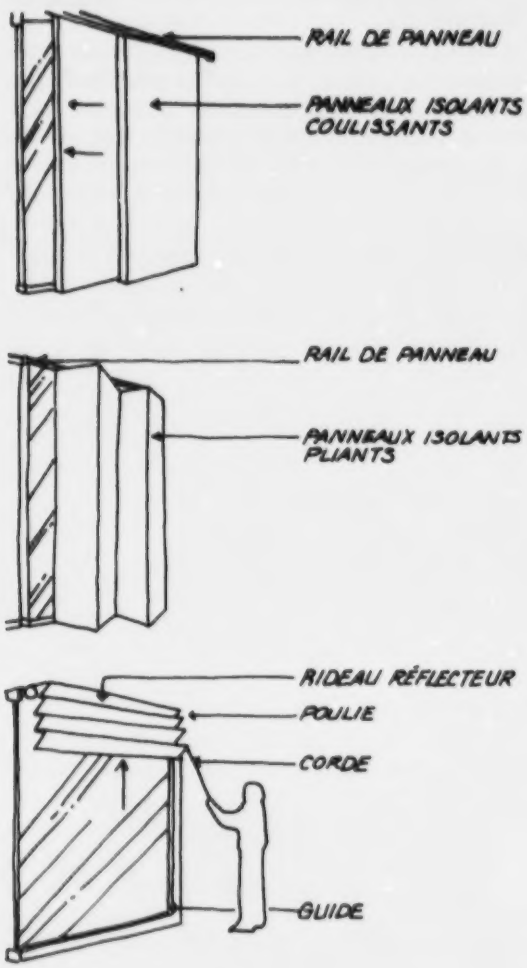
- [illegible] les fois quatre du vitrage du côté [illegible]
- [illegible] côtés est et ouest;
- [illegible] vitres du côté nord;
- [illegible] fenêtres étanches aux [illegible] côté nord et [illegible] sud et des volets étanches sur toutes les fenêtres;
- [illegible] auvents architecturaux ou [illegible] des arbres ou planter des pare-soleil végétaux (voir p. 28) pour bloquer l'ensoleillement excessif en été.

Les pare-soleil

Extérieurs



Intérieurs



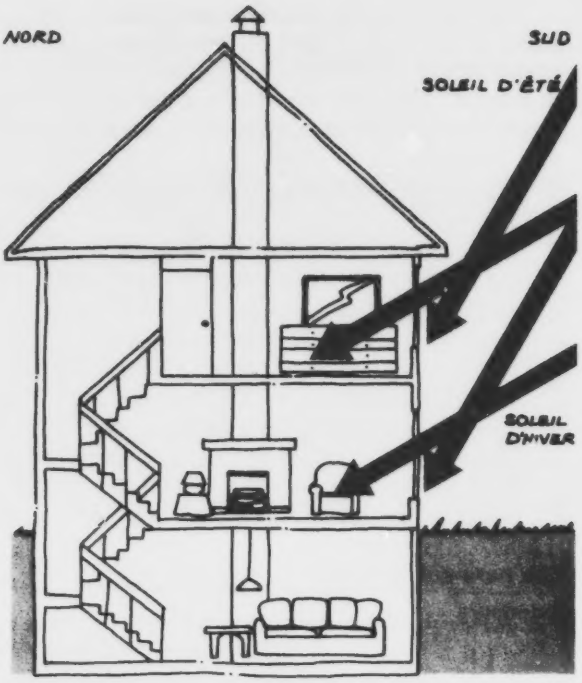
Les pare-soleil extérieurs et intérieurs bloquent l'ensoleillement excessif pouvant causer des surchauffes.

[13] GOUGH, Bruce D., op. cit., p. 82. Voir aussi à ce sujet Scanada Consultants Limited, op. cit.

Bien disposer les pièces et abris extérieurs

Profiter au maximum des apports solaires sans désavantager les occupants signifie disposer les pièces les plus utilisées du côté *sud* des bâtiments, les moins fréquentées au *nord* et utiliser les abris extérieurs come brise-vent et cela pour tout bâtiment qu'il soit localisé du côté *nord* ou *sud* de la rue[14]. Voici les mesures à adopter:

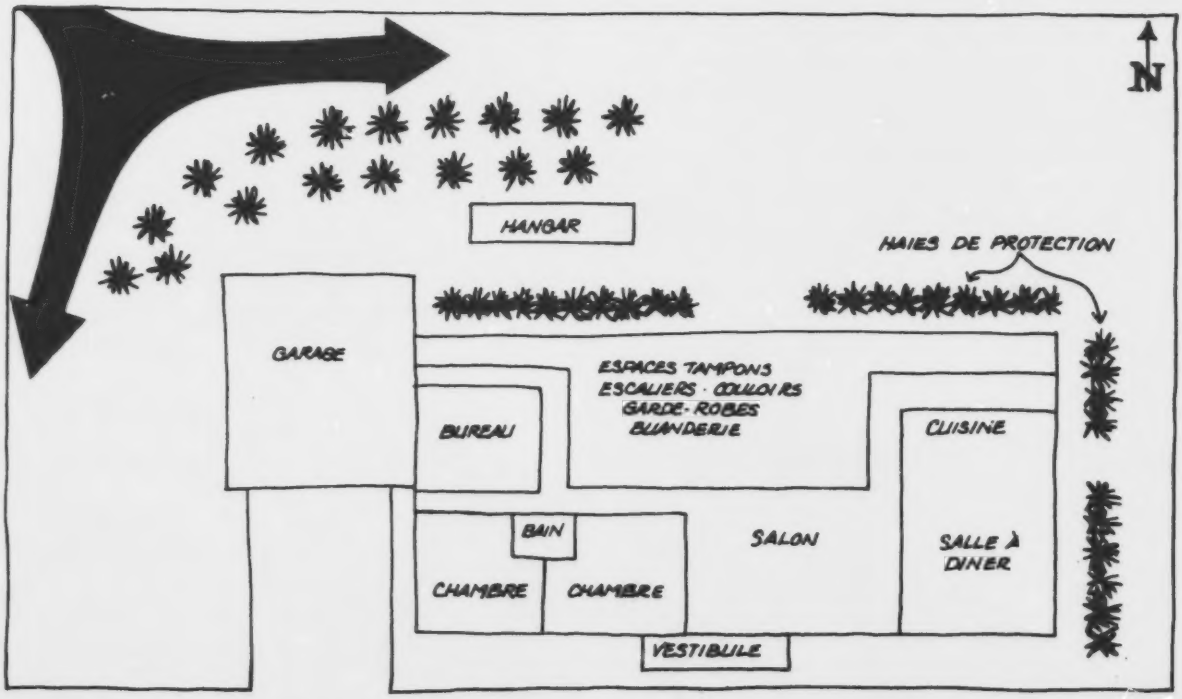
- placer la cuisine, la salle à manger, le salon au sud; *
- les chambres à l'ouest ou à l'est;
- [illegible] les rangements, l'escalier au nord;
- aérer des baies ouvertes face au sud mais bien [illegible] des pièces du côté nord;
- à l'extérieur, placer le garage et les abris aux côtés nord et ouest;
- ajouter des vestibules ou, de préférence, des tambours aux portes d'entrée et situer les portes du côté opposé aux vents dominants d'hiver.



Situer les pièces de jour du côté sud des bâtiments et les espaces tampons du côté nord

Source: Home and Community Design Branch, Alberta Agriculture

Les espaces tampons



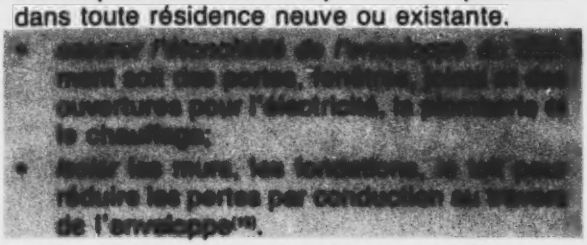
[14] *MILEWSKI, Joseph. Évaluation énergétique d'un développement résidentiel solaire: Val Soleil à Pointe-Claire.* McGill University Thesis. Montréal: McGill University, School of Urban Planning, 1983.

Une enquête effectuée auprès des propriétaires lors de cette étude du développement solaire de Pointe-Claire révèle que la conception solaire passive, comprenant la disposition des pièces de jour au sud, plaît aux occupants et que la majorité rachèteraient ce type d'habitation advenant un changement de résidence.

* Il faudra s'assurer, pour éviter la surchauffe de la cuisine, d'une ventilation redistribuant la chaleur dans les pièces froides ou d'une masse thermique suffisante pour stocker la chaleur.

Réduire les pertes de chaleur

Les fuites d'air chaud représentent dans une résidence plus du quart des pertes de chaleur et la déperdition par le plafond, les murs et les fondations près de la moitié. Réduire ces pertes thermiques est donc de la première importance dans toute résidence neuve ou existante.



Le résultat en vaut la peine puisque l'on prévoit pour les maisons R-2000, construites avec triple vitrage au nord, porte-fenêtre en quadruple vitrage, échangeur air-air et niveaux d'isolation très poussés[16] des coûts de chauffage inférieurs à 200 $ par année.

L'évaluation du rendement énergétique

Tout consommateur est intéressé à connaître les caractéristiques du produit qu'il achète. De même, l'acheteur d'une maison a intérêt à connaître les caractéristiques techniques du bâtiment, de son implantation sur le lot ainsi que ce qu'il va lui en coûter pour l'habiter. À cette fin, le constructeur pourrait fournir à l'acheteur un « *Manuel du propriétaire* » lui indiquant l'ensemble des caractéristiques du lot et du bâtiment destinées à économiser l'énergie, les méthodes permettant d'assurer la durabilité du bâtiment au moyen d'un entretien approprié et une évaluation de la consommation énergétique du bâtiment. Plus précisément, ce mode d'emploi traiterait des sujets suivants:

Description du site d'implantation

- Les caractéristiques de la topographie, du sol, de la végétation, du microclimat et du milieu urbain environnant. Les relevés à effectuer sont décrits à l'annexe 4 et les mesures à favoriser le sont dans les pages 19-30.

Description du lot et du bâtiment d'habitation

- L'aménagement paysager du lot et les caractéristiques du bâtiment dont l'isolation, l'étanchéité, les pare-soleil, la masse thermique, la division intérieure, etc. (Les mesures à favoriser sont décrites dans les pages 10-15 et 19-30).
- L'évaluation de la consommation énergétique requise pour chauffer l'eau et l'espace, pour climatiser en été, et les coûts associés à ces dépenses aux prix courants de l'énergie. (Ces deux points sont élaborés à l'annexe I).

Description du fonctionnement et de l'entretien du bâtiment

- Information sur le fonctionnement et l'entretien des principaux appareils, spécialement l'équipement de chauffage et de ventilation.
- Recommandations pour l'entretien des surfaces extérieures et intérieures, des portes et fenêtres ainsi que des autres ouvertures.
- Rappel sur les habitudes quotidiennes des résidents propres à assurer un haut degré d'efficacité énergétique.

Le constructeur pourra en plus indiquer les raisons pour lesquelles ces caractéristiques ont été intégrées au lot ou au bâtiment, contribuant ainsi à informer le consommateur sur les questions d'économie d'énergie.

Ce document destiné au propriétaire lui permettra de bien connaître son bâtiment, de l'utiliser efficacement et de le préserver grâce à un entretien approprié. Il permettra ainsi d'en augmenter la valeur ce qui en facilitera la revente. Le constructeur augmentera sa crédibilité et le document servira à assurer autant une bonne promotion qu'un intérêt accru des consommateurs. Notons que cet exemple, loin d'être exhaustif, devra être adapté par chaque constructeur selon ses besoins et le type de bâtiment envisagé[17].

[15] Québec. *Loi sur l'économie de l'énergie dans le bâtiment, 1980, L.R.Q.* Chap. E-1.1. Cette loi recommande dans sa réglementation une résistance thermique minimale (RS1) pour une maison unifamiliale de 5.3 pour le toit, de 3.4 pour un mur au-dessus du sol, de 2.2 pour un mur de fondation et de 4.7 pour un plancher isolant un espace chauffé d'un espace non chauffé. Le *Guide du constructeur*, op. cit., offre des suggestions utiles sur la conception et la construction de maisons à faible consommation énergétique. Ces maisons ont des niveaux de résistance thermique (RSI) de 7.0 pour les plafonds, 5.6 pour les murs et 3.9 pour les fondations.

[16] Le *Programme de démonstration des maisons à haut rendement énergétique* du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada entrepris en collaboration avec l'Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec.

[17] *Guide du constructeur*, op. cit., p. 115.

Chapitre 2

Le développement résidentiel

L'efficacité énergétique dans le développement résidentiel se prépare dès la planification du projet. Par le choix adéquat du site, l'orientation solaire des bâtiments, la densification résidentielle, la multifonctionnalité des usages et l'aménagement des accès, le constructeur, le promoteur et la municipalité contribuent à réduire la consommation énergétique des résidents et de la collectivité.

Le choix et l'aménagement du site

Développer un site peu favorable, par exemple une vallée où s'accumule l'air froid ou un site trop éloigné des emplois et services, peut occasionner des dépenses énergétiques supplémentaires pour les résidents et la municipalité. L'on choisira donc un site en considérant:

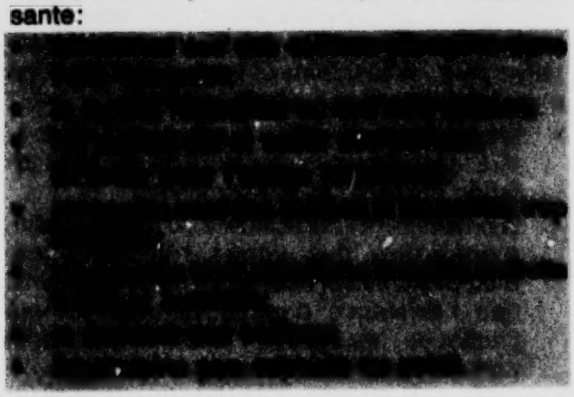
- les éléments du milieu biophysique, c'est-à-dire la topographie, la nature du sol, la végétation présente et le microclimat
- la proximité et l'accessibilité du milieu urbain, c'est-à-dire des zones résidentielles, d'emplois, de services et de récréation ainsi que l'existence d'infrastructures comme l'aqueduc, les égouts, l'électricité, le transport en commun et le réseau routier.

Cette section traitera des avantages et désavantages des éléments du milieu biophysique et des modifications qu'il faut apporter à l'aménagement du développement pour s'y adapter et économiser l'énergie. Les caractéristiques du milieu urbain favorisant l'économie d'énergie seront décrites dans les sections suivantes.

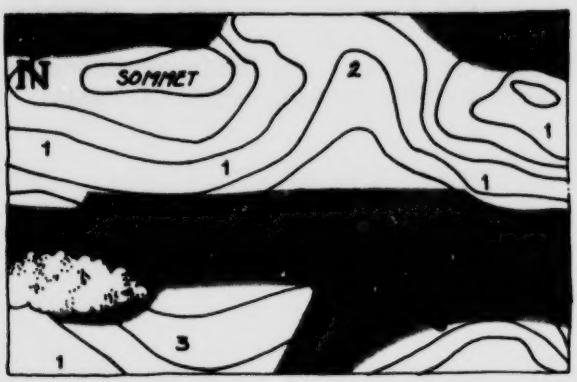
La topographie

Profiter du relief pour protéger les bâtiments du vent d'hiver et pour densifier le développement, tout en choisissant les pentes face au *sud* pour bénéficier de l'apport solaire. Il faut donc:

Rechercher les éléments topographiques suivants, classés par ordre d'importance décroissante:



La topographie: localisation des bâtiments



Légende:
1 Bâtiments unifamiliaux orientés face au sud.
2 Bâtiments multifamiliaux orientés face au sud.
3 Bâtiments industriels ou bâtiments de service (hôpitaux, garages, magasins d'alimentation).
Zone inapte à l'habitation.

Localiser les bâtiments sur le site pour optimiser les apports solaires et réduire l'impact des vents froids.

Localisation des bâtiments

- *les bâtiments unifamiliaux seront localisés sur les pentes sud*

  Vu leur taux de déperdition proportionnellement plus élevé que les multifamiliaux, ils ont le plus à gagner du rayonnement solaire. De plus, ces pentes diminuant la longueur des ombres portées par les bâtiments, la densité résidentielle pourra être accrue. Par ordre d'importance, l'on y localisera les maisons unifamiliales détachées, puis jumelées, puis en rangée. L'on dégagera la partie *sud* des lots pour accroître l'espace extérieur ensoleillé.
- *les bâtiments à logements multiples de faible hauteur pourront être placés près du sommet et au bas des pentes sud*

  Leurs taux de déperdition de chaleur sont plus faibles que ceux des bâtiments unifamiliaux détachés.
- *les pentes est et ouest sont réservées de préférence à des bâtiments multifamiliaux de densité moyenne*

  Ces derniers ont moins à gagner du rayonnement solaire que les maisons unifamiliales.
- *les pentes nord accueilleront des bâtiments industriels, entrepôts, garages, etc.*
- *le sommet des collines et les creux topographiques sont à éviter*

  Le sommet des collines est exposé aux grands vents et crée de longues ombres alors que les creux accumulent l'air froid.

La nature du sol sur le site

Le sol influence le type et la qualité de la végétation présente ou pouvant croître sur le site, la possibilité d'enfouir partiellement ou totalement les bâtiments et son utilisation dans l'aménagement paysager des lots. Bien choisir un site facilite son aménagement.

Il faut alors choisir de préférence:

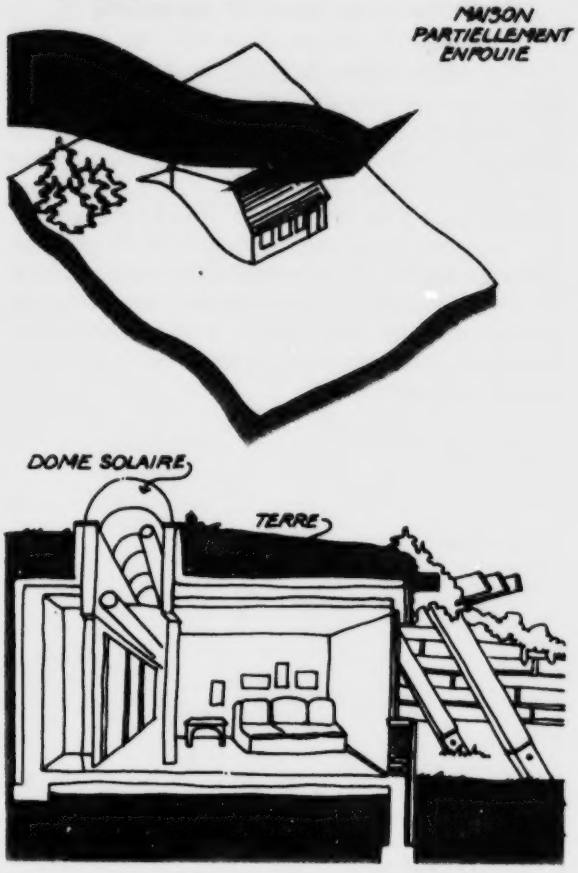
- *un site recouvert par un sol meuble, bien drainé, permettant un écoulement naturel des eaux de pluie.*

  Ce sol a comme avantages: de favoriser la croissance nécessaire à la formation de brisevent et pare-soleil végétaux. Les espèces végétales seront choisies en fonction des propriétés du sol favorisant leur développement;

  de permettre la construction de talus pour se protéger des vents et du bruit;

  de permettre d'isoler le bâtiment en l'enfouissant partiellement ou totalement. Grâce à sa masse thermique, le sol annule les variations quotidiennes de température de l'air extérieur à partir d'une profondeur de 0,2 m. À quelques mètres de profondeur il ne se refroidit que tard dans la saison soit au moment où la température de l'air ambiant commence à se réchauffer, réduisant ainsi les besoins en chauffage par son effet tampon sur les températures extérieures.

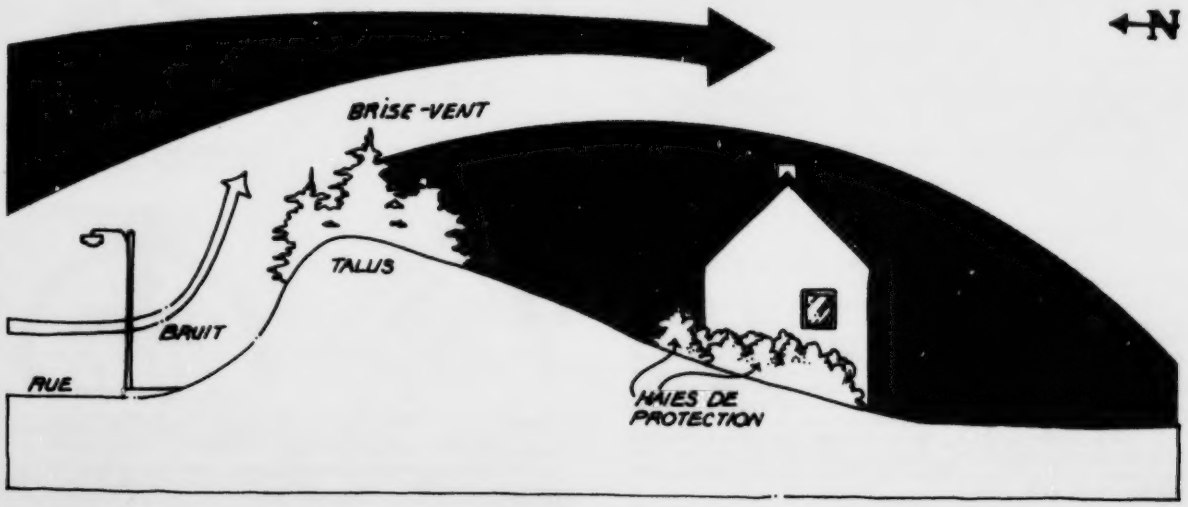
Le sol pour isoler



Enfouir le bâtiment permet de profiter de l'inertie thermique du sol qui réduit les variations de la température extérieure et isole des vents froids du nord, nord-est et nord-ouest

Source: Home and Community Design Branch, Alberta, Agriculture

Le talus pour isoler



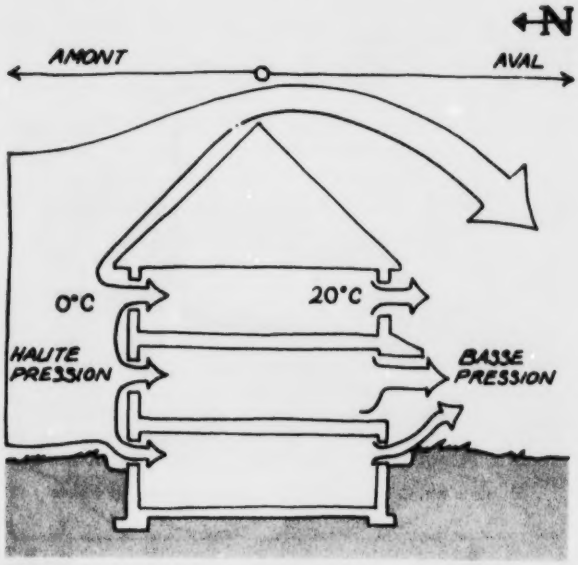
Un talus et un brise-vent végétal bloquant les vents froids permettront de réduire les pertes thermiques du bâtiment

Le microclimat: l'influence du vent et du soleil

Le vent

Les coûts élevés de chauffage d'un bâtiment dépendent de plusieurs facteurs dont celui des pertes de chaleur par l'enveloppe. Ces pertes par infiltration d'air froid dans les joints, fissures ou autres ouvertures et par conduction sur les murs augmentent avec la vélocité du vent. Par exemple, les pertes par conduction sont proportionnelles au carré de sa vitesse. Si la vitesse double, la perte de chaleur quadruple[18]. Tel qu'indiqué au tableau 2, les exfiltrations d'air chaud constituent 27% des pertes de chaleur dans une résidence conventionnelle.

L'effet du vent



L'effet du vent sur une résidence conventionnelle

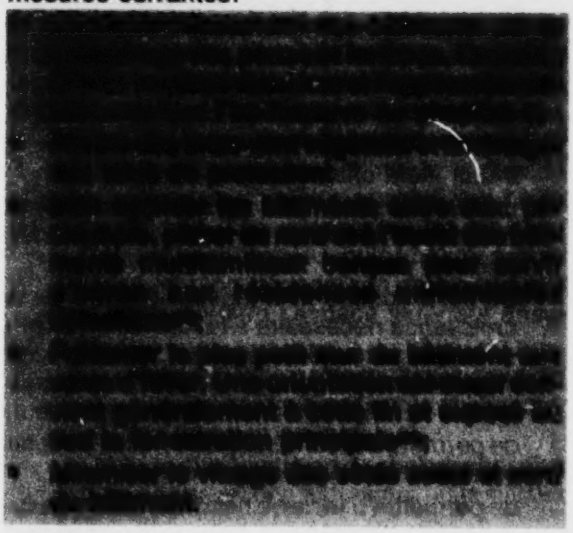
- Infiltration d'air froid sur le côté nord du bâtiment.
- Exfiltration d'air chaud par les basses pressions sur le côté sud
- Températures intérieures très basses sur le côté nord

[18] MOFFAT, Anne Simon. *Landscape design that saves energy*. New York: William Morrow and Co, 1981. p. 19.

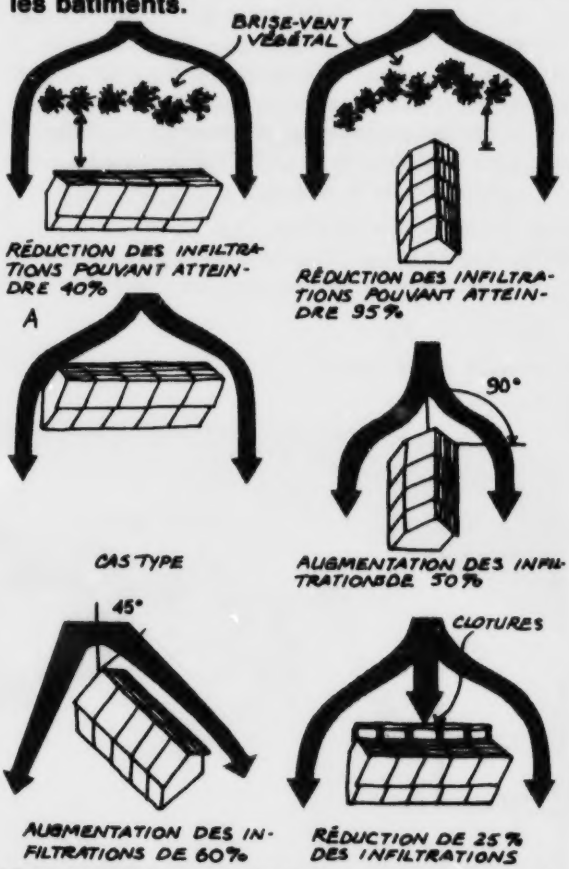
[19] Pour réduire l'influence des vents froids sur le microclimat, les concepteurs de la municipalité de Fermont ont implanté au Nord-Ouest de la ville un immeuble continu de 5 1/2 étages s'étendant sur 1 km de longueur et 17 m de hauteur. Ce bâtiment réduit la vitesse des vents et permet de modifier le microclimat des deux tiers de la ville: en effet, les fleurs y apparaissent presque aussi tôt qu'à Montréal. De larges bandes de forêt d'épinettes noires ont été conservées afin de protéger les secteurs qui ne se trouvent pas dans la zone de protection de l'immeuble.
Voir à ce sujet: Lang, Reg. *Planifier les terres pour conserver l'énergie: 40 études de cas au Canada et aux États-Unis*, (série de l'utilisation des terres au Canada, no 25) Canada, ministère de l'Environnement, Direction générale des terres, 1982. p. 94.

[20] Sur les rues orientées Nord-Sud, les façades principales des bâtiments font généralement face à l'Est ou à l'Ouest. Un accord peut être nécessaire entre le constructeur et la municipalité pour permettre l'orientation face au Sud des bâtiments.

L'on pourra réduire l'effet du vent par les mesures suivantes:



L'utilisation d'un brise-vent et une orientation adéquate réduisent les infiltration d'air dans les bâtiments.



L'infiltration d'air sur les bâtiments protégés et non protégés par rapport au cas type en A.

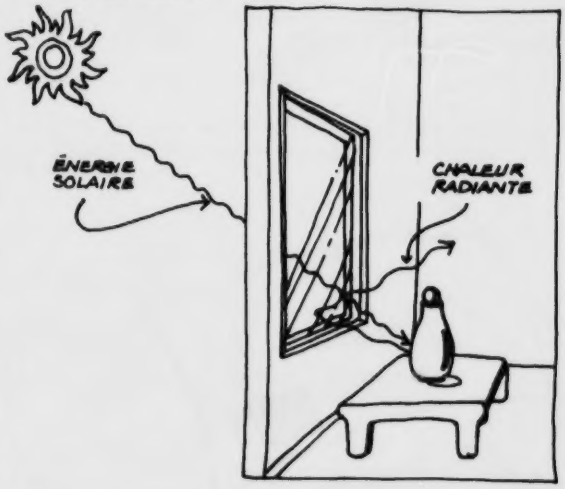
Source: Royal Architecture Institute of Canada Energy Conservation Design Resource Handbook, Ottawa, The Institute, 1979.

Le soleil

L'énergie qui nous vient du soleil sous forme de rayonnement électromagnétique peut atteindre, dans des conditions idéales, une puissance de 1 kW/m² sur une surface disposée perpendiculairement à ce rayonnement. Cependant, ce niveau d'intensité est rarement atteint, les conditions météorologiques entraînant des pertes de rayonnement et les surfaces réceptives n'étant pas constamment perpendiculaires au rayonnement. Le concepteur d'un projet solaire peut alors obtenir les données du rayonnement solaire, pour un site considéré, des services météorologiques ou à partir des modèles de calcul du rayonnement solaire existants. L'intensité moyenne annuelle de rayonnement pour une surface horizontale dans les régions peuplées du Canada s'établit à quelque 1 300 kWh/m²[21]. Rappelons qu'une résidence unifamiliale conventionnelle demande en moyenne quelque 30 000 kWh par année pour le chauffage des locaux. Une bonne orientation et une surface de vitrage adéquate permettent de combler, de novembre à avril, le tiers des besoins en chauffage, et ce, grâce à l'énergie solaire transformée en rayonnement infrarouge à l'intérieur de la résidence et retenue par le vitrage.

Les bâtiments du développement pourront capter cette énergie par l'application des mesures suivantes:

L'effet de serre

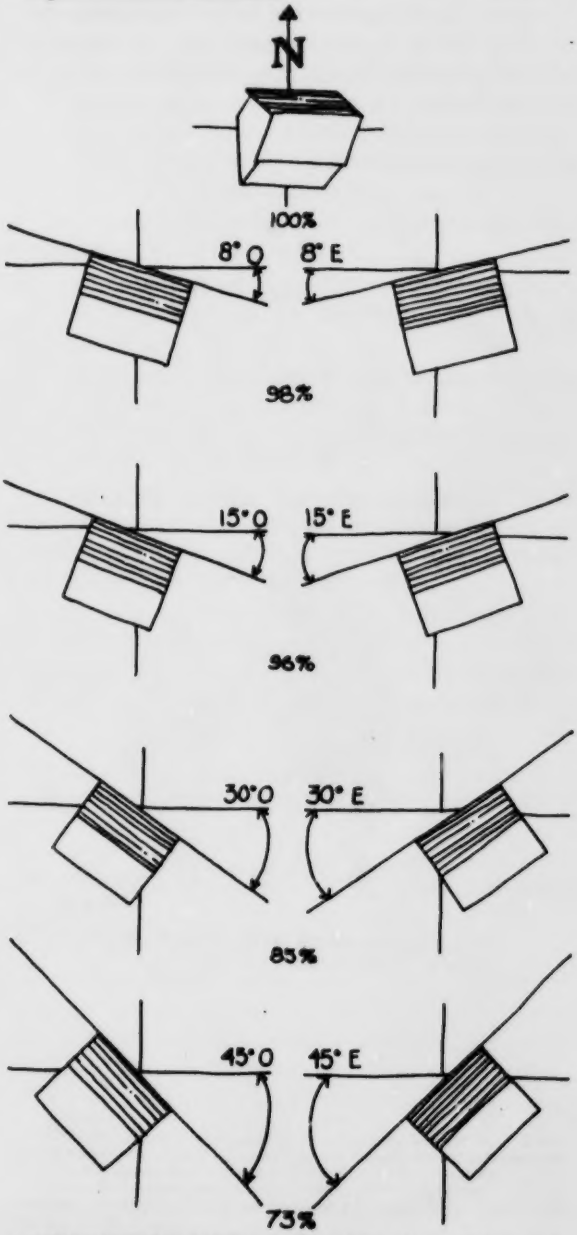


Le verre retient la chaleur à l'intérieur

- *Orienter la fenestration face au sud*

  On peut varier l'orientation de la fenestration de ±30° d'avec le *sud* en perdant au plus 15% de l'ensoleillement utile. Mais un angle d'incidence de plus de 45° avec le *sud* réduit du quart le rayonnement solaire capté et rend difficile le bloquage du soleil en été par des auvents[22]. *L'idéal reste l'orientation sud avec un angle de 15° est, pour éviter la surchauffe du soir en été.*

L'effet de l'orientation sur l'utilisation du rayonnement solaire



L'orientation d'un bâtiment peut varier de ± 30° avec le sud sans perte importante des apports solaires

[21] Le *Manuel du solarium*, op. cit., p. 2.
Les sources de données concernant le rayonnement solaire et les observations météorologiques ainsi qu'un inventaire, une évaluation et la classification selon l'application envisagée des différents modèles de calcul du rayonnement solaire reçu par un plan horizontal peuvent être obtenus dans la publication du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec intitulée *Inventaire et validation des modèles de calcul du rayonnement solaire au Québec en vue des applications énergétiques* publiée par la Direction des énergies nouvelles en 1983.

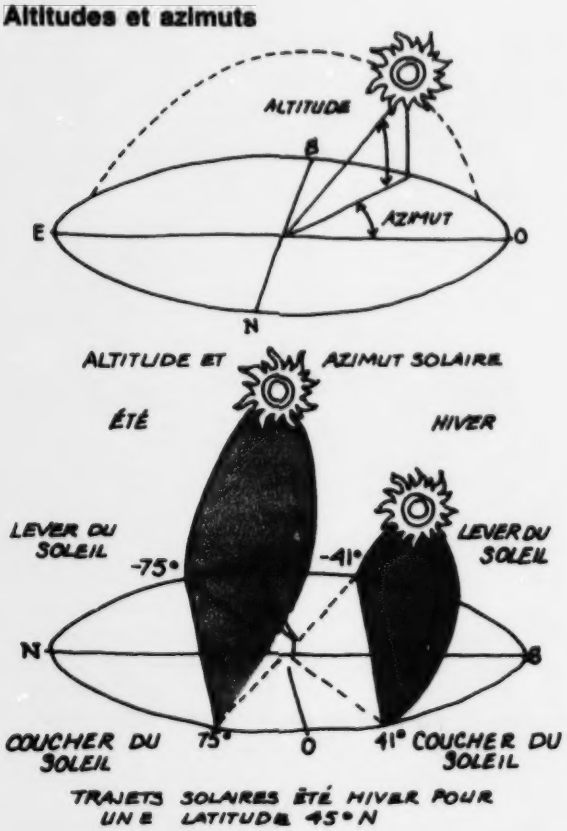
[22] GOUGH, Bruce D., op. cit., p. 49.

- *Assurer une ouverture solaire aux bâtiments*

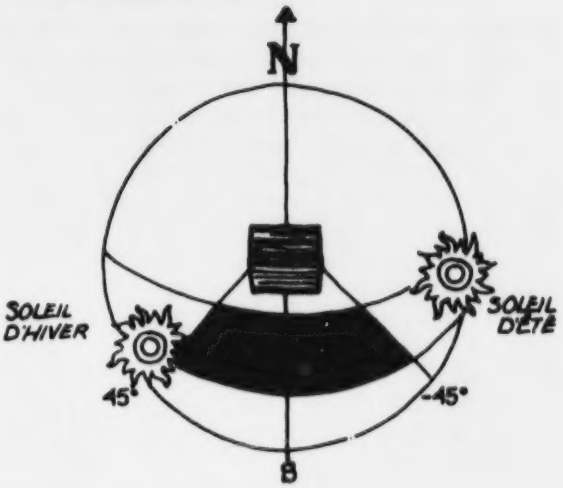
  L'ouverture solaire, c'est un espace aérien dans l'environnement qui permet, pendant la saison froide, un ensoleillement optimal du bâtiment. Elle doit être libre de tout obstacle, végétation, bâtiment ou toute structure actuelle ou prévue susceptible de bloquer le rayonnement solaire et créer de l'ombre sur la résidence.

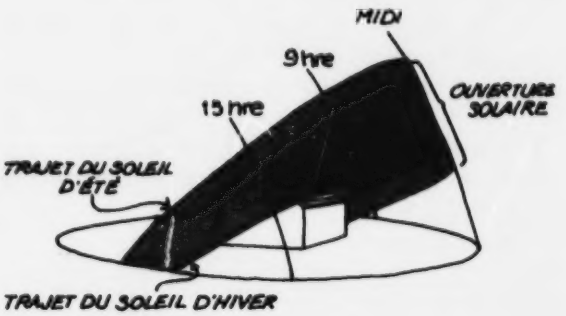
  L'implantation des bâtiments doit donc se faire à l'extérieur des zones d'ombres projetées par les bâtiments et les obstacles voisins le jour de l'année où les ombres atteignent leur extension maximale, soit le 21 décembre.

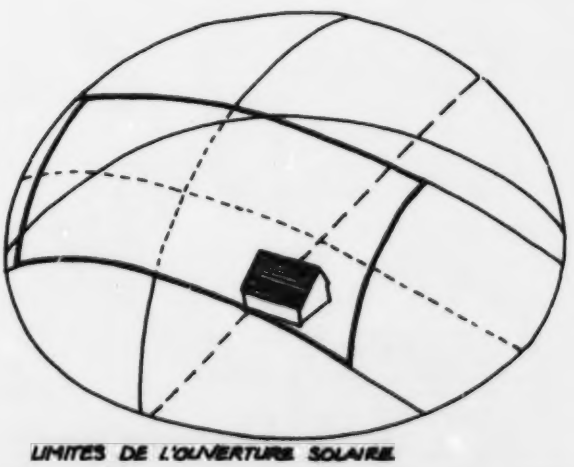
Altitudes et azimuts



L'ouverture solaire





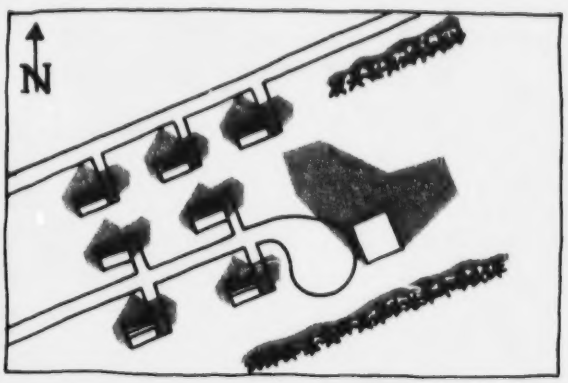


Garantir aux bâtiments une ouverture solaire optimale

L'étendue des ombres dépendra de la position du soleil, soit son azimut et son altitude, qui varie selon:

- la latitude géographique du site
  Plus elle augmente, moins le soleil s'élève sur l'horizon.
- la saison
  En été le soleil, très haut sur l'horizon, se lève au *nord-est* et se couche au *nord-ouest*. L'hiver, les jours sont beaucoup plus courts, le soleil se lève au *sud-est*, s'éteint au *sud-ouest* et reste très bas sur l'horizon. C'est à ce moment qu'il contribue le plus au chauffage de la résidence.
- l'heure de la journée
  On trouvera à l'annexe 2 une méthode permettant de calculer les diagrammes d'ombre des obstacles.

Les zones d'ombre



Le calcul des diagrammes d'ombre au 21 décembre permet de garantir une ouverture solaire adéquate pour chaque bâtiment

La végétation présente sur le site

Les conifères, feuillus et arbustes existants peuvent servir à constituer les brise-vent et les pare-soleil selon les besoins prévus dans le projet de développement. Enlever cette végétation avant de construire peut occasionner des frais supplémentaires pour la plantation d'arbres une fois le projet complété, en plus d'exiger une longue période de temps pour la croissance de ces brise-vent et pare-soleil. D'autre part, les arbres ajoutent au développement un élément esthétique non négligeable en plus d'être utiles lors de l'aménagement des espaces verts.

- *L'on devra choisir un site peuplé préférablement de conifères et de feuillus pouvant servir respectivement de brise-vent sur les côtés d'où vient le vent froid, soit généralement des côtés nord et ouest et de pare-soleil des côtés sud, est et ouest des bâtiments.*

Le couvert végétal d'un site permet des économies d'énergie, car il peut:

- diminuer les variations de température entre le jour et la nuit ce qui réduit les frais de chauffage;
- diminuer la chaleur ambiante autour des bâtiments lors des journées chaudes d'été, ce qui réduit ou élimine les frais de climatisation[23].

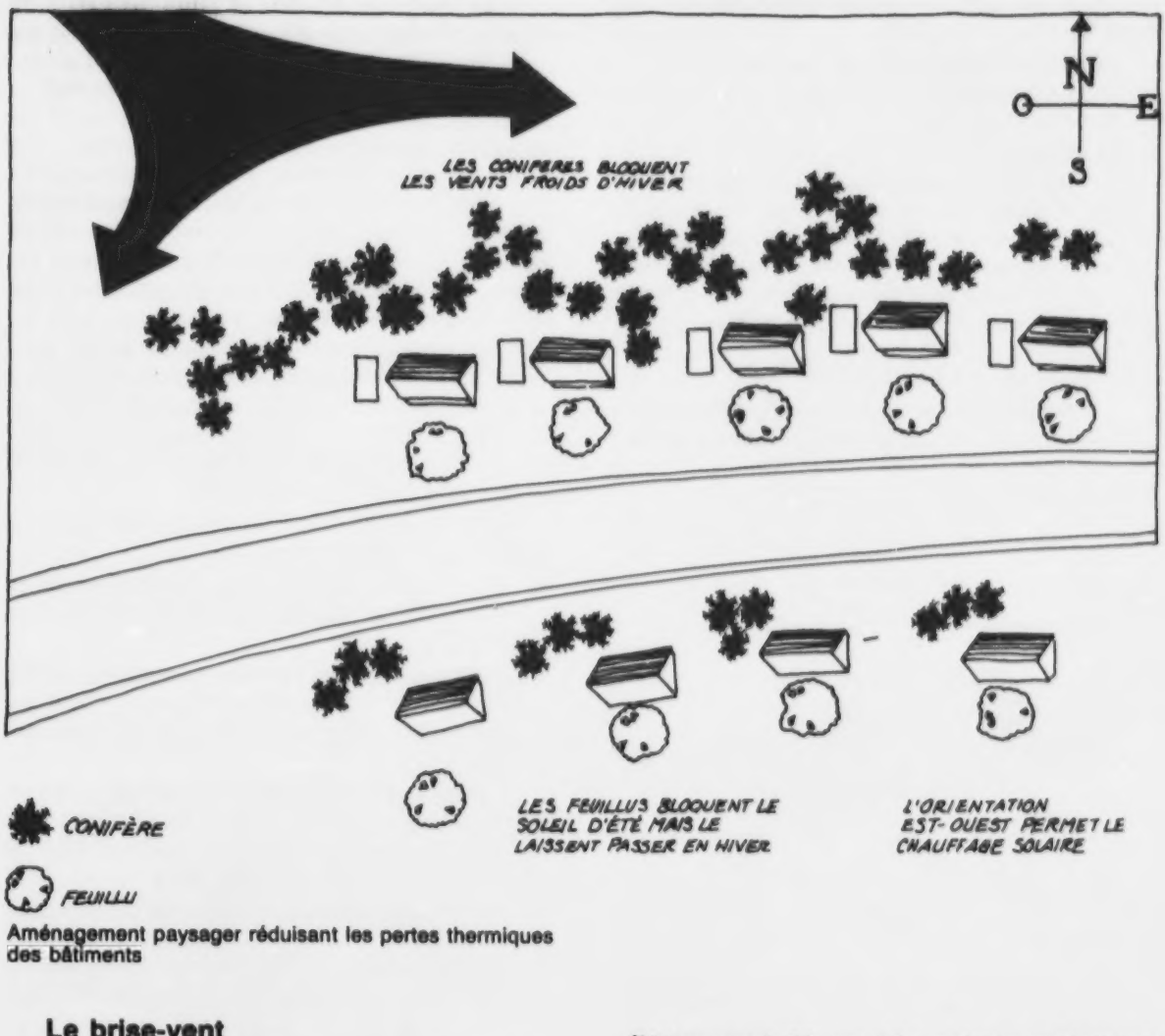
L'on conservera le couvert végétal du site en tenant compte du type, de la localisation et de l'orientation des bâtiments prévus dans le projet de développement. Il faudra alors:

- *prévoir des brise-vent et des pare-soleil pour les bâtiments de faible hauteur, surtout pour les résidences unifamiliales qui sont très sensibles aux vents froids et à la surchauffe d'été.*

[23] En effet un arbre feuillu parvenu à maturité, tel un orme ou un érable, pourra évaporer quelque 80 gallons d'eau lors d'une journée ensoleillée d'été. Ce faisant, il consomme quelque 680 000 BTU d'énergie solaire. De plus, l'ombrage du feuillage peut réduire la température d'un bâtiment léger (un garage par exemple) de quelque 7°C. Voir à ce sujet Moffat, Anne Simon, op. cit, p. 18.

Voir aussi: American Society of Landscape Architects Foundation. *Landscape planning for energy conservation*. Reston, (Va): Environmental Design Press, 1977.

Le brise-vent végétal et le pare-soleil



Aménagement paysager réduisant les pertes thermiques des bâtiments

Le brise-vent

Le brise-vent protège les bâtiments en réduisant la vitesse des vents incidents, ce qui réduit la pression d'air sur les murs et ainsi diminue les pertes de chaleur pendant la saison froide.

Une économie possible de 30%

Tout comme les talus protecteurs situés tout près des maisons, le brise-vent végétal s'avère très efficace[24]: il ralentit la vitesse des mouvements d'air en aval jusqu'à 80% de leur vélocité d'origine et ce, sur une distance égalant trois fois sa hauteur[25]. La diminution des coûts de chauffage pour une habitation détachée peut atteindre 30% avec une brise-vent protégeant les trois côtés de la résidence[26]. On a pu atteindre une réduction de 3% des frais de chauffage en utilisant aussi peu que trois épinettes de 1,8 m pour protéger une résidence[27].

[24] Les mouvements d'air exercent des pressions sur tout obstacle qui bloque leur écoulement: la pression du vent sera forte en amont (là d'où vient le vent) mais en aval (là où va le vent), elle délimitera une zone de calme due à la baisse des pressions. Cependant, cette zone de faible pression attire l'air soufflant au-dessus. L'étendue du volume d'air calme sera fonction du type de barrière: un mur plein, un talus abrupt ou tout autre obstacle massif ne ralentira le vent que sur de courtes distances. Une barrière aérée, c'est-à-dire permettant un faible écoulement d'air au travers de la surface, diminuera la vitesse sur une plus grande distance. L'efficacité du brise-vent dépend donc de sa constitution et généralement, plus la barrière sera perméable moins la vitesse sera réduite mais cette réduction s'étendra sur une plus grande distance. Le compromis réside en une barrière souple et aérée. Par exemple, un brise-vent végétal composé de conifères en plantation dense ayant un branchage jusqu'au sol donne un excellent contrôle du vent. On peut cependant combiner les deux types de barrières en plaçant un brise-vent végétal sur un talus de terre.

[25] Voir: MOFFAT, Anne Simon, op. cit., p. 40. Voir aussi: American Society of Landscape Architects Foundation, op. cit.

[26] MOFFAT, Anne Simon, op. cit., p. 20. Voir aussi: American Society of Landscape Architects Foundation, op. cit., p. 54.

[27] HARRYE, DAVID T. et al. *Building energy reductions: Windbreak optimisation. In Journal of the Energy Division. Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, vol. 108, no EY3, nov. 1982, p. 152.
La modélisation utilisée assume comme paramètres un climat de l'État de New Jersey, un terrain plat sans obstacle et une résidence unifamiliale. Le brise-vent est placé au Nord-Ouest à quelque 27.5 m de la résidence. Le coût des trois arbres étant de 180 $ US, l'économie atteint 31.50 $ US par année soit 3% des 1 000 $ US requis pour le chauffage. Ce qui implique une période de recouvrement de 5.7 ans. Notons que ces calculs ne tiennent pas compte de la croissance des arbres qui augmente leur capacité de réduire les vents, ce qui réduit d'autant les coûts de chauffage.

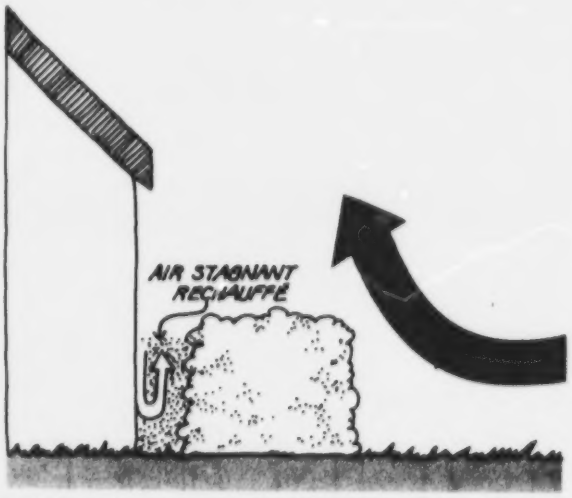
Où situer le brise-vent:

- *Le brise-vent sera idéalement placé perpendiculairement aux vents d'hiver, généralement des côtés ouest, nord ou quelquefois est du bâtiment;*

  Toutefois, les structures et bâtiments composant ou avoisinant le développement peuvent affecter la direction et l'intensité des vents. Il vaut mieux mesurer le vent autour du site choisi pour bien localiser le brise-vent.
- *la distance entre le brise-vent et le bâtiment permettant le maximum d'efficacité se situe entre deux et quatre fois la hauteur du brise-vent;*

  Comme pour le pare-soleil dont il sera question ensuite, il faut bien se renseigner sur l'extension des racines des arbres constituant le brise-vent. Par exemple, éviter de planter à moins de 6 mètres de la maison certaines espèces végétales comme l'érable argenté, le peuplier, le saule ou encore le frêne, dont les racines peuvent endommager les égouts, les fondations ou les drains si elles sont plantées plus près du bâtiment.

La haie de protection



La haie crée un volume d'air isolant la maison

Composition du brise-vent:

- *Il est composé de conifères et de quelques feuillus à croissance rapide comme le pin blanc, l'épinette et l'érable.*

  Ces arbres donneront rapidement forme et efficacité au brise-vent pendant que des espèces plus résistantes grandiront. L'annexe III donne les caractéristiques d'arbres et d'arbustes pouvant composer les brise-vent;
- *l'on choisit des espèces capables de résister aux plus fortes bourrasques du site et on les sélectionne en fonction de leur taille et de leur forme à maturité selon la distance entre l'emplacement prévu et la maison;*
- *il est deux à trois fois plus large que haut;*
- *les arbres sont disposés en rangée, légèrement décalés les uns par rapport aux autres pour laisser passer un peu de vent.*

  Si besoin est, des arbustes de petite taille peuvent compléter la base du brise-vent;
- *placer tout près des murs du bâtiment des haies, des vignes ou de petits arbustes pour retenir l'air stagnant et la neige près des murs.*

  Des cèdres ou des ifs sont tout indiqués pour cet usage. Par exemple, les haies donnent en été de l'ombre et absorbent la chaleur réfléchie par les bâtiments alors qu'elles isolent en hiver des excès du vent et du froid. Elles poussent très rapidement, compensant pour la maturation plus lente des espèces principales du brise-vent.

Le pare-soleil

Pour éviter la surchauffe d'été, les plantes et surtout les arbres feuillus peuvent servir de pare-soleil en absorbant et bloquant une grande part du rayonnement solaire. L'érable de Norvège par exemple, peut réduire de 95% la lumière du soleil et de 75% l'énergie radiante atteignant son feuillage. Mais il faudra localiser avantageusement ces pare-soleil car un feuillu dénudé peut aussi arrêter près du quart de l'énergie solaire en hiver[28]. L'annexe 3 décrit certains arbres et arbustes pouvant être utilisés comme pare-soleil. Les mesures à adopter:

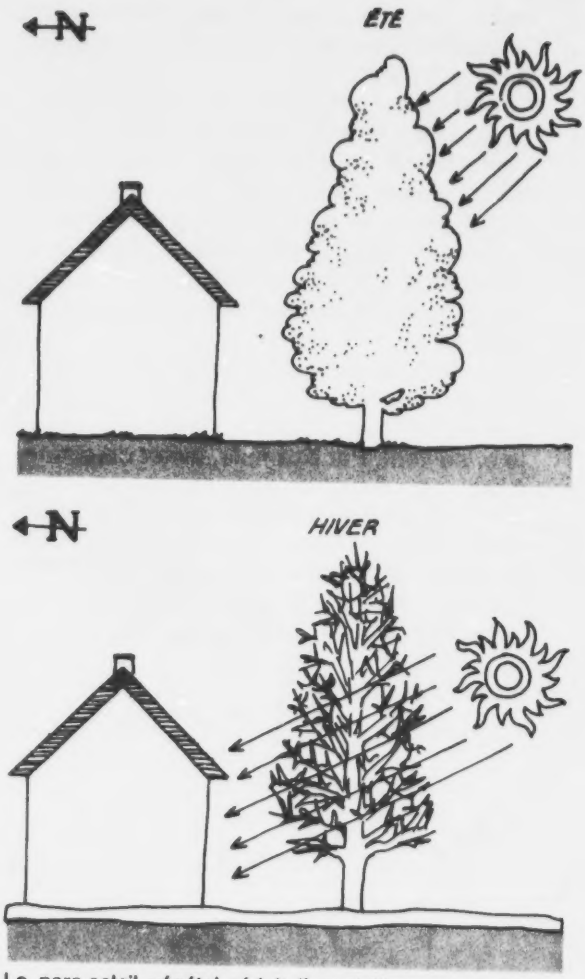
- *du côté sud, l'on pourra planter près de la maison un feuillu de grande taille à feuillage dense et élevé*

  Le chêne rouge ou l'érable de Norvège permettront le passage des brises fraîches en été et du soleil en hiver. La quantité d'eau qu'ils évaporent en été réduira considérablement la chaleur latente autour de la résidence. Une pergola ou un treillis situé au-dessus des fenêtres et couvert de vignes réduira aussi la chaleur par évaporation et coupera l'ensoleillement sur les fenêtres.
- *du côté est et nord-est, placer près de la maison des feuillus bas*

  Ils filtrent le rayonnement sans le bloquer totalement. Le cornouiller, l'érable du Japon ou des haies de hauteur moyenne composées de lilas ou de saules discolores sont indiqués pour cette orientation.
- *du côté sud-ouest, planter près de la résidence de petits conifères, par exemple des cèdres, et de petits arbres feuillus, tels des pommiers.*

  Cela permettra de réduire l'ensoleillement de fin d'après-midi en hiver et de le bloquer en été.

Le pare-soleil végétal



Le pare-soleil végétal réduit l'ensoleillement en saison chaude et laisse passer le rayonnement solaire en saison froide

[28] MOFFAT, Anne Simon, op. cit., p. 37. Voir aussi l'annexe E, page 181.

Comment choisir l'espèce végétale

Lors du choix des spécimens pouvant composer le brise-vent ou le pare-soleil, il est important avant d'opter pour une espèce d'obtenir les conseils d'un spécialiste bien au fait des particularités du milieu et des végétaux. De même, l'examen des arbres de l'entourage permet d'en évaluer« in situ » la croissance et leur action sur les vents et l'ensoleillement, tant en hiver qu'en été.

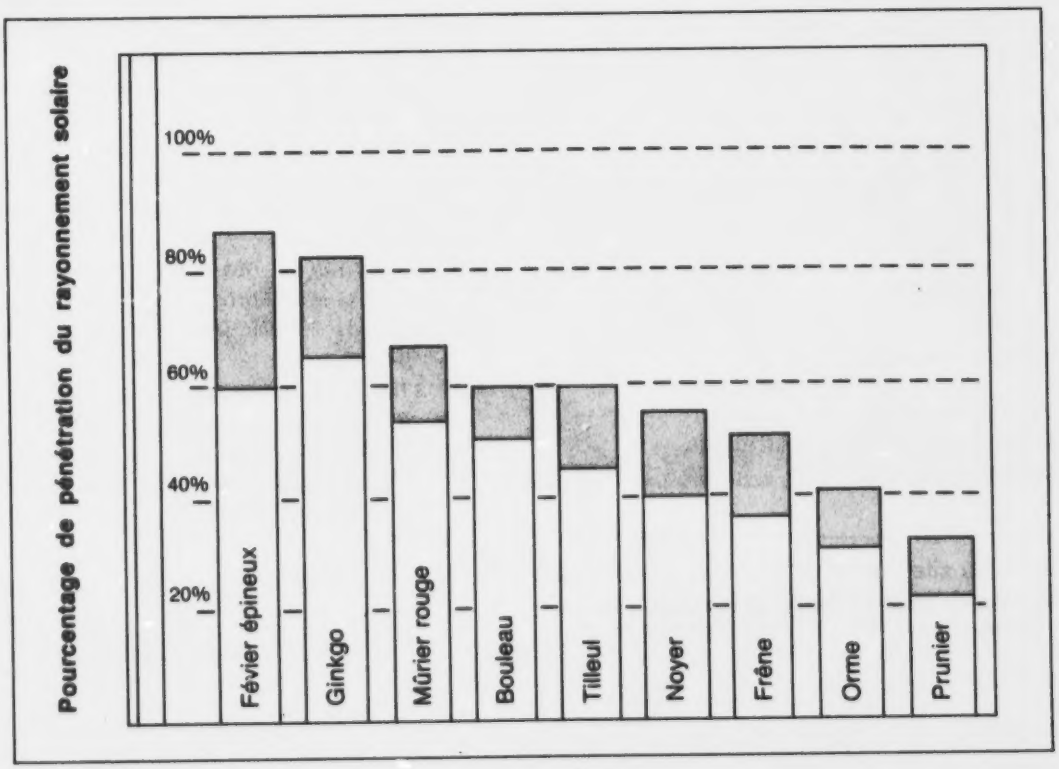
De plus, l'observation de la taille, de la forme, du feuillage, de la résistance du bois, de la silhouette et de la résistance aux insectes, maladies et effets de l'environnement de ces arbres devrait permettre d'effectuer un choix éclairé. Ainsi, il est préférable d'opter pour des arbres ou arbustes ayant des branches perpendiculaires par rapport au tronc pour éviter le bris par la neige et le verglas et de planter des espèces à tige unique pour prévenir les blessures causées lorsque deux ou trois troncs frottent l'un contre l'autre.

Enfin, il est nécessaire de s'informer à la municipalité avant de planter une espèce particulière, tant pour s'assurer qu'aucun règlement ne l'interdit et pour respecter les distances de plantation selon la ligne de lot et ainsi éviter d'empiéter sur les terrains voisins.

Méthode pour choisir un site

À l'instar des études de marché entreprises avant la construction d'un projet résidentiel, *une étude comparative des différents sites peut être effectuée par le promoteur pour choisir le terrain à développer.* Cette étude, basée sur des critères d'économie d'énergie, permettra de déterminer pour chaque site la présence d'éléments minimisant la consommation d'énergie, de les quantifier et de choisir entre tous le terrain présentant le plus grand nombre de critères recherchés.

Exemple de rayonnement solaire traversant des feuillus dénudés en hiver



□ ombrage minimal pour chaque espèce

□ variation de l'ombrage de chaque espèce

Source: Erley; Duncan. *Site Planning for Solar Access: A Guide for Residential Developers and Site Planners*, Chicago: American Planning Association, 1979, p. 96

Voici une méthode simplifiée qui pourra être modifiée et adaptée selon les contraintes et les besoins de chacun.

a) Collecte de l'information sur les éléments du milieu biophysique et du milieu urbain tels que décrits dans les pages précédentes. L'annexe 4 précise les relevés à effectuer.

b) Évaluation de chaque site d'après la présence ou l'absence de l'ensemble des caractéristiques minimisant la consommation d'énergie telles que décrites dans cette section. Cette évaluation pourrait se présenter de la façon suivante, en y ajoutant les éléments particuliers aux sites examinés:

Site « X »
Éléments favorables aux économies d'énergie

	OUI	*NON*
Topographie		
• le site comporte-t-il des pentes *sud?*		
• le site comporte-t-il du terrain horizontal?		
Nature du sol		
• le sol est-il bien drainé?		
• le sol permet-il la croissance des végétaux		
Végétation		
•le site comporte-t-il des conifères et des feuillus pour protéger les bâtiments du vent et du soleil?		
Proximité des usages		
• Y a-t-il des emplois situés à moins de 20 minutes de trajet par le transport en commun?		
• Y a-t-il des services dans ce rayon?		
Réseaux de transport		
•Y a-t-il des pistes cyclables et réseaux piétons reliant les principales utilisations du sol et les arrêts du transport en commun?		
Etc.		

---

c) Choix du site présentant le plus de critères favorisant les économies d'énergie.

L'orientation solaire du développement

Pour qu'un maximum de bâtiments du développement puissent profiter de l'apport énergétique du soleil, il faut prévoir les orienter face au *sud* lors de la planification du projet. Ainsi, sans déboursé supplémentaire pour le promoteur ou la municipalité, et grâce à la collaboration étroite entre les deux, l'on garantit aux futurs résidents des économies financières appréciables tout en respectant les caractéristiques du site. Il s'agit d'appliquer pendant la conception les mesures suivantes:

Orienter les rues dans l'axe est-ouest

Le tracé des rues détermine généralement la forme et l'orientation des lots et des bâtiments construits sur le terrain. *Aligner les rues dans l'axe est-ouest permet aux lots de faire face au sud et assure une exposition sud des habitations.* Toutefois, comme l'hiver les vents proviennent souvent du *nord* et de l'*ouest*, il faut éviter les rues trop longues dans ce même axe de façon à prévenir la formation de couloirs de vent.

Un plan de lotissement conçu en fonction de cette orientation préférentielle *est-ouest* possède les caractéristiques suivantes:

- il peut contenir le même nombre d'unités d'habitations qu'un plan conventionnel;
- l'implantation d'un réseau routier de ce type n'entraîne aucun accroissement des coûts par rapport à un développement de type conventionnel;
- sur les rues orientées dans un axe différent, les lots et les bâtiments peuvent être placés à angle ou décalés pour faire face au *sud* (voir ci-après);
- les habitations présentent leur vitrage maximum au *sud*;
- les pièces de séjour (cuisine, salle à manger, salon) sont placées sur le côté *sud* du bâtiment, qu'il soit situé au *sud* ou au *nord* de la rue.

VILLE DE TROIS-RIVIÈRES
PLAN DE DÉVELOPPEMENT SECTEUR «BANQUE DE TERRAIN»

Légende

Unifamilial contigu

Unifamilial jumelé

Unifamilial isolé

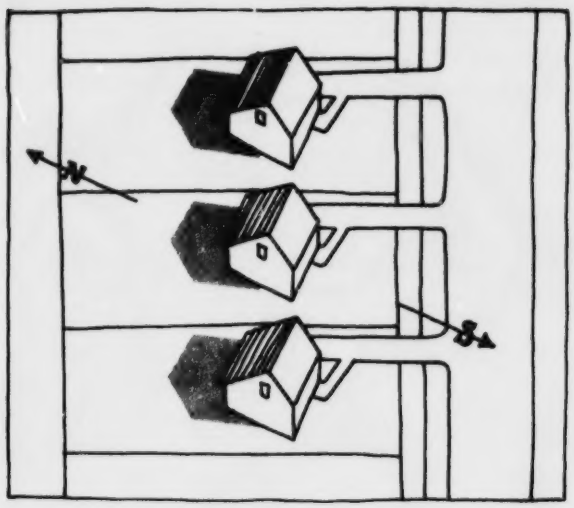
Multifamilial

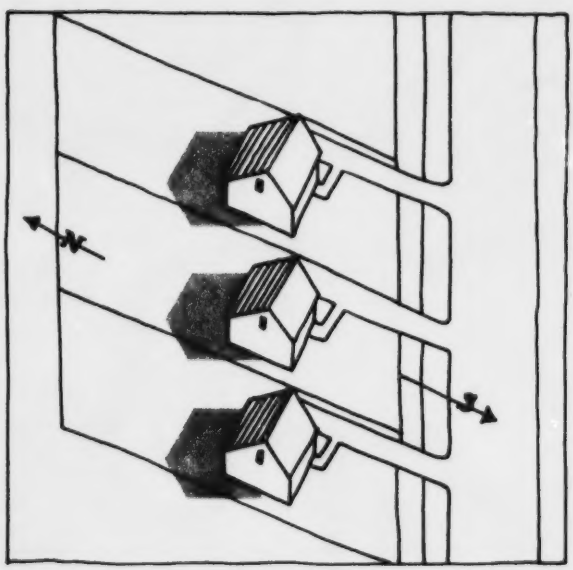
échelle: 1: 1,000

La municipalité de Trois-Rivières favorise une orientation sud des bâtiments dans ce projet d'aménagement

Source: Service d'Urbanisme ville de Trois-Rivières

Orientation des lots et des bâtiments





L'orientation des lots et des bâtiments permet un ensoleillement optimal

Orienter les lots et les bâtiments face au sud

Sur les rues est-ouest

Les lots sont placés perpendiculairement à la rue, ce qui permet aux habitations de recevoir le maximum de rayonnement solaire. Les habitations unifamiliales détachées ont le plus à gagner de cette orientation, leurs pertes caloriques par transmission et infiltration étant supérieures aux autres types de résidences.

Sur les rues diagonales à l'axe est-ouest

Dans la mesure du possible, orienter les lots et les bâtiments face au sud. Ces derniers, bien qu'ils soient décalés, conservent un ensoleillement optimal.

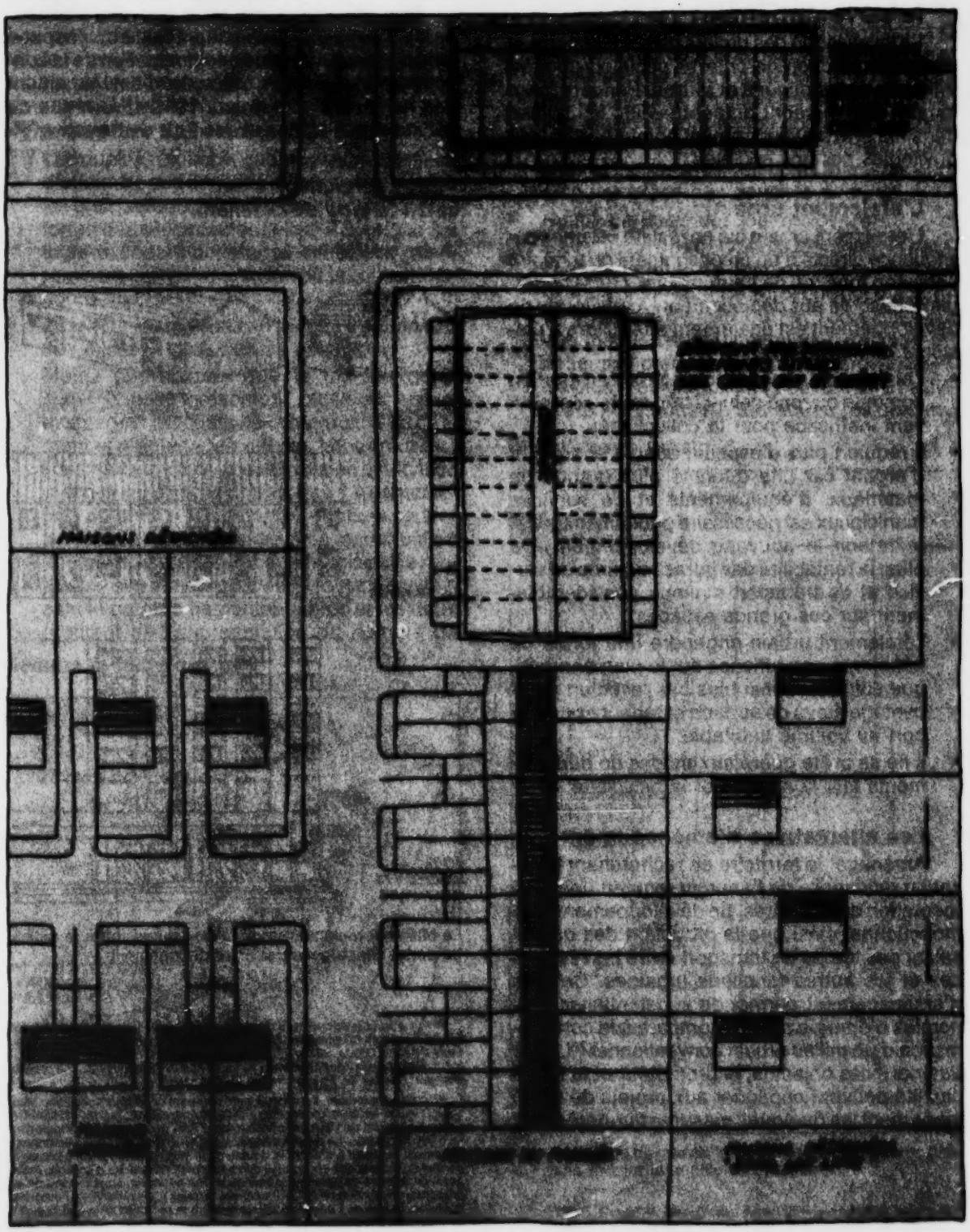
Sur les rues nord-sud

Les lots étant alignés est-ouest, les maisons unifamiliales détachées seront décalées les unes par rapport aux autres et feront face au *sud* en utilisant l'implantation de type « ligne latérale zéro ». Cet aménagement permet l'ensoleillement optimal et donne l'avantage d'une cour ensoleillée du côté *sud*. Les *bâtiments en rangée*, moins sensibles aux pertes de chaleur, *pourront être orientés face à l'ouest et à l'est.*

L'on peut localiser les habitations multifamiliales de moyenne ou forte densité perpendiculairement à ces rues, leurs façades principales pouvant alors être face au *sud*. Dans ce cas, les constructeurs auront avantage à placer les logements sur le côté *sud* du bâtiment laissant le corridor faire office de tampon du côté *nord*. L'orientation *nord-sud* pour ces bâtiments est possible si les logements sont répartis de part et d'autre d'un corridor central, garantissant à chacun un ensoleillement optimal. Citons à titre d'exemple le « Foyer Hongrois », immeuble d'habitation à 101 logements situé à Montréal dont la forme vise l'utilisation maximale du solaire passif au dépit de son orientation *nord-sud*.

Dans les développements existants, où les rues et les lots ne favorisent pas l'ensoleillement optimal des bâtiments, de nouveaux types d'aménagements devront être imaginés pour permettre de placer les bâtiments face au *sud*.

Localisation des bâtiments



L'orientation optimale de chaque bâtiment maximisera l'utilisation du rayonnement solaire pour chaque logement

La forme urbaine: densifier le développement

La localisation des projets de développement se fait en fonction de critères sociaux, géographiques, économiques et autres. Pendant longtemps l'éloignement du centre-ville, les faibles densités et le développement homogène ont été privilégiés par nos sociétés.

L'étalement urbain

L'étalement urbain qui en résulte est une conséquence directe d'un aménagement du territoire conçu en fonction de l'automobile. Outre l'énergie consacrée aux déplacements, cette forme de développement est également énergivore à plusieurs points de vue:

- l'étalement urbain décourage le transport en commun ou rend celui-ci très coûteux et souvent inefficace pour la collectivité;
- il requiert plus d'espace, donc d'énergie et d'argent car une quantité plus grande de matériaux, d'équipements et de services municipaux est nécessaire pour aménager et entretenir le nouveau développement. De plus, la rentabilité des infrastructures de service et de transport diminue considérablement sur ces grands espaces;
- l'étalement urbain engendre une forme de bâtiments peu efficace sur le plan énergétique soit des immeubles bas, avec un pourcentage élevé de surface extérieure par rapport au volume habitable;
- il ne se prête guère aux modes de déplacements tels la marche et la bicyclette.

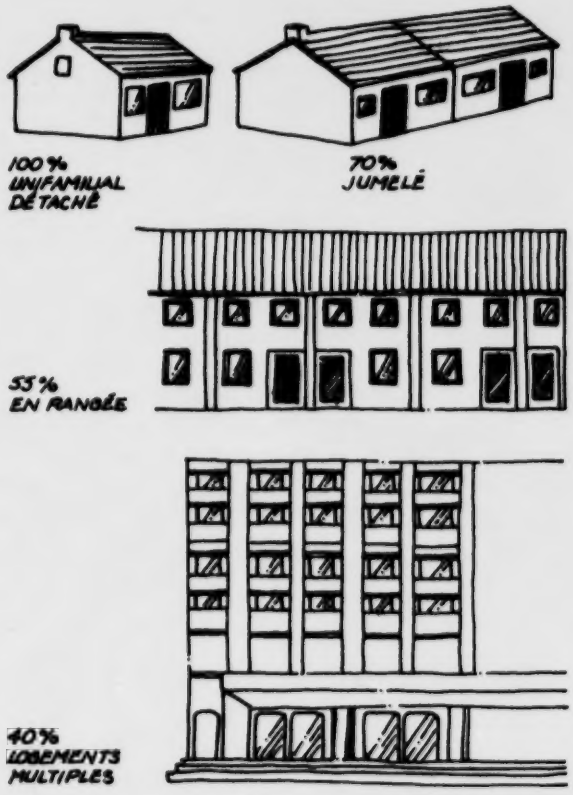
Les alternatives d'aménagement

Aménager le territoire en recherchant l'utilisation rationnelle de l'énergie requiert une augmentation des densités, un développement multifonctionnel ainsi que la réduction des distances et des temps de transport entre les résidences et les autres fonctions urbaines. Ce type d'aménagement permet de substantielles économies d'énergie si on le compare à la consommation d'un milieu urbain conventionnel[29]. Pour atteindre ces objectifs, le promoteur et la municipalité peuvent appliquer aux projets de développement les quelques mesures suggérées ici:

Éviter le développement en saute-mouton

Une ville compacte, où le nouveau développement est situé dans la continuité de l'espace déjà construit, entraîne une diminution de la consommation d'énergie, des coûts d'aménagement des réseaux d'infrastructures, de fourniture de services municipaux et des frais de transport[30].

Pertes de chaleur selon le type de bâtiment



Le bâtiment multifamilial de faible hauteur offre le moins de pertes thermiques par unité de logement

[29] Un auteur prédit 44% d'économie d'énergie. Voir à ce sujet: Real Estate Research Corporation, *The cost of sprawl*. Washington: U.S. Government Printing Office, 1974.

Voir aussi: Urban Systems Research and Engineering Inc. *The growth shapers*. Council on Environmental Quality, 1976.

[30] À titre d'exemple, l'aménagement compact de Fermont, Québec (cité dans *Planifier les terres pour conserver l'énergie*, op. cit., p. 94): « L'aménagement compact de Fermont n'utilise que 77 ha pour loger une population de 5 000 habitants... La densité brute de l'agglomération est de 65 personnes/ha, ce qui équivaut à environ le double de la ville septentrionale type; cela permet de réaliser des économies non seulement en matière d'énergie, mais aussi en matière de services municipaux. Par exemple, compte tenu de la proportion estimative de 25 pour cent des terrains bâtis réservée à l'emprise publique, la ville de Fermont n'alloue que 2,3 m par personne, soit le quart de ce qui est alloué dans les villes traditionnelles. Une telle différence, pour une agglomération de 5 000 habitants, se traduit par des économies d'environ 8 millions $ (estimation de 1976) en frais de premier établissement en matière de services. Elle permet également de réduire les sommes nécessaires à l'entretien des routes, au déneigement, aux services de police et d'incendie, et au fonctionnement des véhicules publics et privés en général. »

Favoriser le développement dense et serré

Les mesures suivantes s'appliquent aussi bien lors de l'aménagement de nouveaux développements résidentiels que lors du réaménagement de zones déjà bâties.

- *Préférer les bâtiments multifamiliaux*

  Les duplex, triplex et quadruplex permettent d'atteindre des densités moyennes alors que les grandes conciergeries permettent les plus fortes densités résidentielles. Toutefois, les tours excédant dix étages entraînent généralement une augmentation de la consommation d'énergie[31].

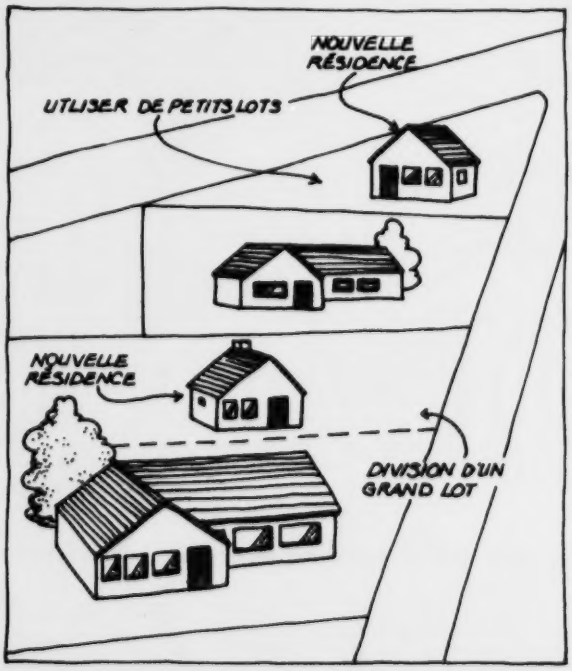
- *Favoriser les maisons en rangée ou jumelées aux maisons unifamiliales détachées.*

  Moins énergivores que la maison détachée[32], elles présentent plusieurs autres avantages: les coûts de construction du bâtiment et d'aménagement des infrastructures sont inférieurs à ceux des maisons détachées placées sur de plus grands lots. Le constructeur peut ainsi absorber les coûts excédentaires quelquefois reliés à la construction énergétiquement efficace, la municipalité rentabilise ses infrastructures[33] tout en accroissant le nombre de contribuables et les deux profitent de l'augmentation du nombre de logements par superficie de terrain. De plus, préférer ce type de bâtiment facilite au consommateur l'accès à la propriété grâce à la réduction du coût d'achat des résidences et du niveau de taxes qu'il doit ensuite assumer. C'est donc un choix rentable pour tous: ces maisons sont moins coûteuses à construire et à acheter que des bâtiments détachés et les revenus des taxes foncières augmentent grâce aux densités accrues.

- *Réduire la taille des lots résidentiels*

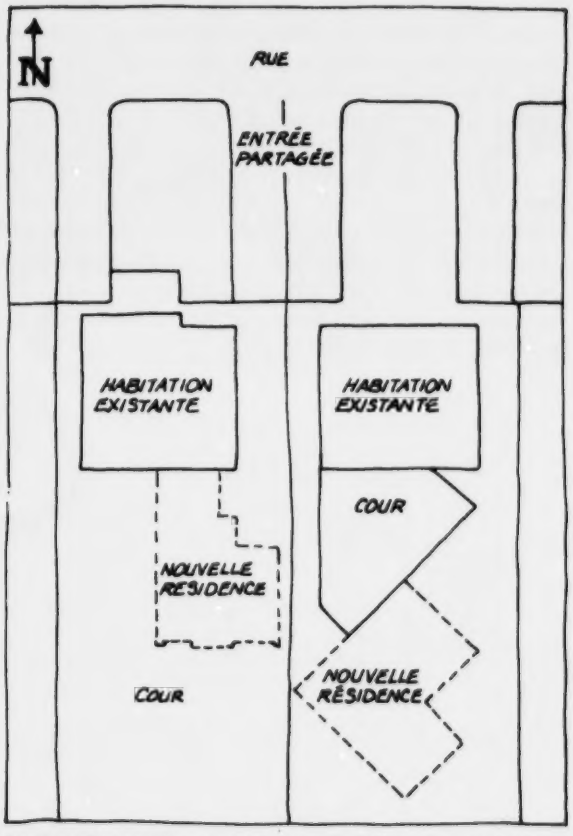
  Dans le cas des bâtiments résidentiels détachés, la formule de construction sur la ligne latérale (ligne latérale zéro) permet d'accroître la densité d'environ 30%. Toutefois, pour une même densité, l'habitation jumelée est nettement préférable au plan énergétique[32]. De plus, des grands lots peuvent être redivisés pour y construire d'autres résidences.

Réduire la taille des lots



Réduire la taille des lots et rediviser les grands lots permet d'accroître la densité résidentielle et d'optimiser l'utilisation des infrastructures

Remplissage urbain



Le remplissage de grands lots permet d'augmenter la densité sans réduire la qualité de l'habitat

[31] BYRNE, Robert M. *Background information prepared for the council on development choices for the 80s*. Urban Land Institute, 1980, p. 60.

[32] Voir le *Guide du constructeur*, op. cit. p. 11.

[33] ACHOUR, Dominique. *Les coûts municipaux des infrastructures de viabilisation* (Études et documents 24). Montréal: INRS Urbanisation, 1981. p. 104.

Toutes ces mesures permettent une réduction des coûts d'achat des terrains, d'implantation et d'entretien des infrastructures et haussent les revenus que la municipalité retire de ses taxes foncières.

Rapprocher le résidentiel des réseaux de transport

La proximité et l'accessibilité de réseaux de transport énergétiquement efficaces présentent un avantage certain pour les développements résidentiels à moyennes et hautes densités. Les résidents de ces développements peuvent alors préférer, par exemple, le transport en commun ou la bicyclette à l'automobile pour effectuer leurs déplacements, réduisant ainsi la consommation d'énergie.

Recycler les anciennes zones urbaines

Plusieurs développements urbains ont été aménagés dans des vieux secteurs industriels et commerciaux situées à proximité des zones d'emploi, de commerce et de services. Par exemple, la rénovation des anciens entrepôts désaffectés du centre de Montréal en bâtiments résidentiels rapproche les travailleurs du centre-ville et revitalise un secteur longtemps délaissé. Un tel réaménagement favorise l'utilisation des modes de transport comme les transports en commun, la bicyclette et la marche. De plus, récupérer ces zones urbaines souvent pourvues en infrastructures peut diminuer les coûts d'aménagement pour le promoteur et la municipalité.

Créer des pôles de développement secondaires

Projets de grande envergure, ces développements multifonctionnels regroupent résidences, commerces, institutions, industries, lieux de récréation et de culture. Réalisés le plus souvent par les gouvernements et les grandes entreprises, ces centres sont relativement autonomes et fournissent gîte, emploi et loisir aux résidents. Ils permettent de décongestionner un centre-ville et de mieux utiliser les réseaux de transport en diversifiant les déplacements. Ces développements peuvent être situés le long de grands axes de circulation à l'extérieur ou à l'intérieur d'un tissu déjà bâti. Dans ce dernier cas, il s'agit plutôt de consolider un tissu urbain de faible densité. À titre d'exemple, citons la Communauté urbaine de Montréal qui propose la création de deux sous-centres urbains sur le territoire de l'Ile de Montréal dans son schéma d'aménagement préliminaire[34].

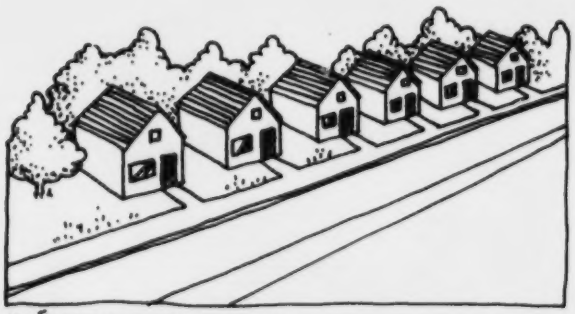
[34] Communauté urbaine de Montréal. *Schéma d'aménagement: concept préliminaire*. Montréal: Service de la planification du territoire, 1982. p. 30.

Développer un secteur résidentiel en « grappe »

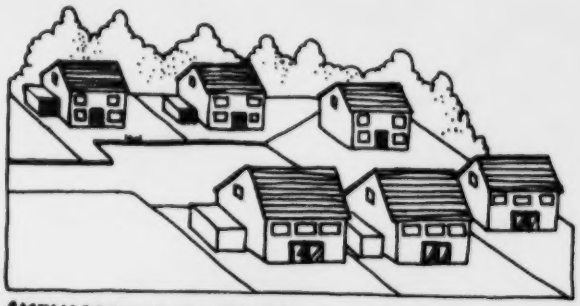
Bien que l'utilisation de bâtiments multifamiliaux augmente les économies d'énergie, *l'aménagement « en grappe », qui permet dans certains cas des économies de l'ordre de 20 à 35% sur les coûts de développement, est préférable lorsque l'on choisit de construire des bâtiments unifamiliaux détachés* [35]. Il permet de diminuer, pour une même densité résidentielle, les superficies allouées aux terrains et aux rues libérant ainsi des espaces pouvant être utilisés à d'autres fins. Il a en outre les avantages suivants:

- il devient plus compact et moins sensible aux conditions climatiques, car les bâtiments peuvent être disposés sur le site de façon à se protéger mutuellement contre les vents froids. Donc une économie de chauffage;
- il reste possible d'orienter les habitations face au *sud* et ainsi de les faire bénéficier du solaire passif;
- la compacité du développement requiert une grille de rues moins étendue que pour un développement conventionnel; ceci diminue d'autant le coût d'énergie et de matériaux pour les infrastructures, la longueur des circuits de cueillette d'ordures, de déneigement et d'autres services municipaux, tout en permettant l'aménagement de réseaux piétons et de pistes cyclables.

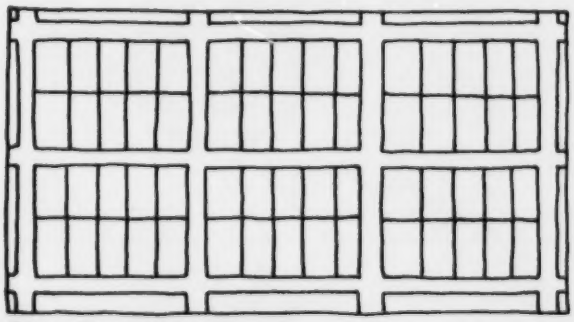
Plan de développement « en grappe »



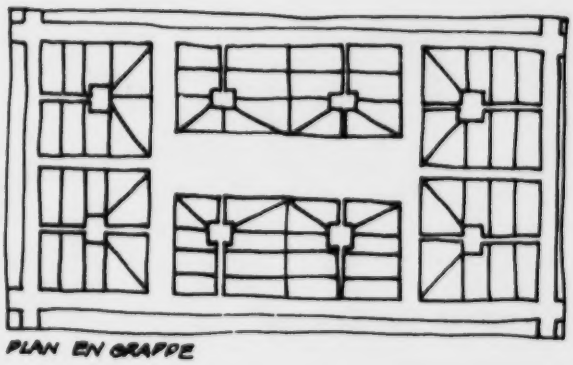
AMÉNAGEMENT CONVENTIONNEL



AMÉNAGEMENT EN GRAPPE



PLAN CONVENTIONNEL



PLAN EN GRAPPE

L'aménagement en grappe accroît les densités et augmente les espaces libres.

[35] ERLEY, Duncan. *Energy efficient land use*. American Planning Association, 1979.
Voir aussi: Land Design Research Inc., *Cost effective site planning*. Washington: National Association of Home Builders, 1976. p. 19.

Le développement multifonctionnel: plus près de tout

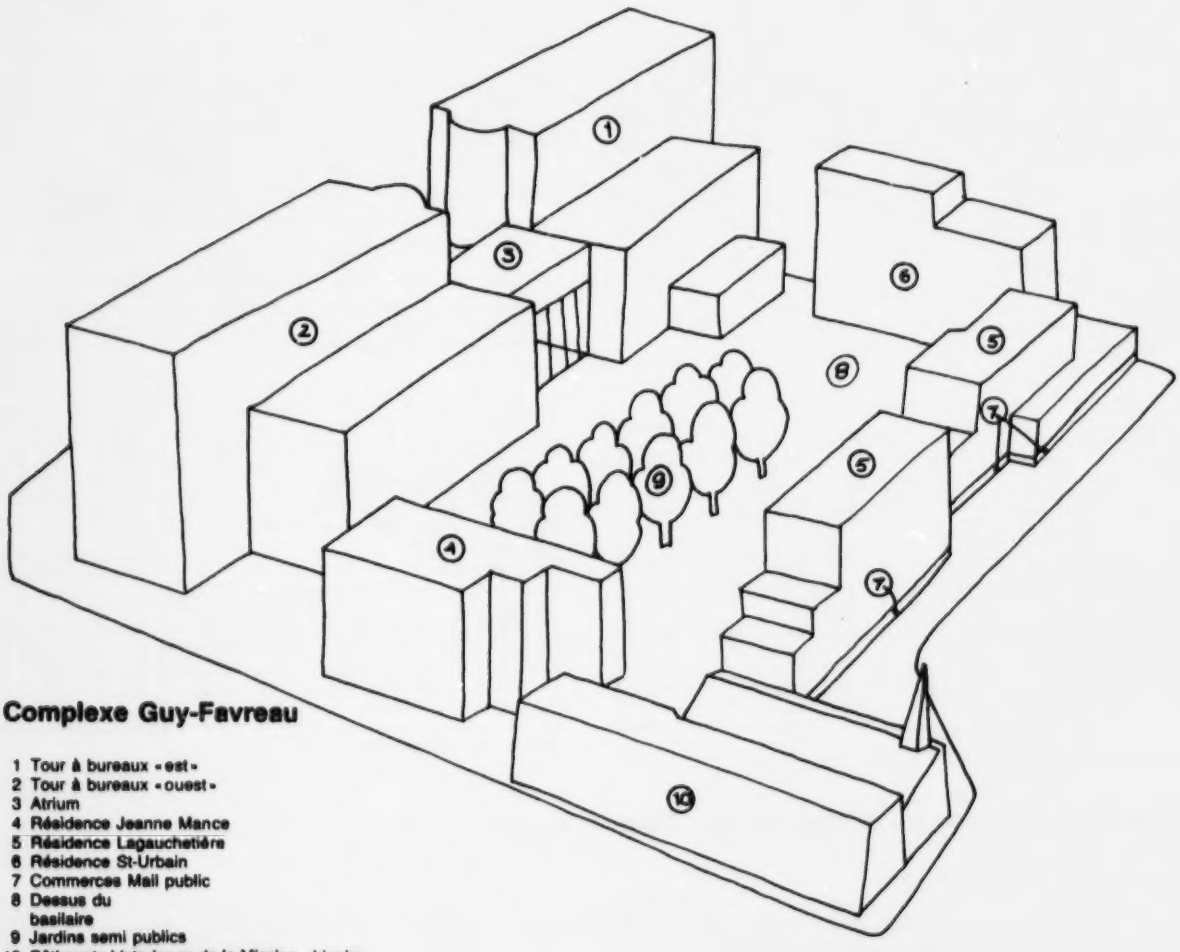
Le développement multifonctionnel c'est l'intégration des fonctions résidentielles, commerciales, institutionnelles, des zones d'emploi et de récréation à l'intérieur d'un même ensemble urbain. Ce type d'aménagement diffère des milieux conventionnels par le rapprochement des fonctions urbaines qui diminue les distances et les temps de transport nécessaires aux gens pour vaquer à leurs occupations. Il s'ensuit une réduction des coûts reliés à la consommation d'énergie des véhicules et la possibilité d'utiliser d'autres modes de transport pour se déplacer.

La mixité des fonctions en tant que critère d'aménagement se planifie dès la conception des projets de développement dans les nouveaux secteurs ou de rénovation dans des secteurs urbains déjà bâtis. Elle s'intègre au niveau de l'îlot urbain, du quartier ou du plan d'ensemble par l'application des mesures suivantes:

Multiplier les usages dans un même bâtiment

Ce type de développement étend la période d'utilisation des bâtiments et souvent diminue les déplacements à l'extérieur pour le travail ou toute autre nécessité. De tels aménagements permettent de réanimer le secteur des affaires d'une ville, souvent déserté après les heures de bureau. Il en existe plusieurs exemples au Québec: citons le Complexe Guy Favreau, à Montréal et « Port de Mer » à Longueuil.

L'îlot multifonctionnel



Complexe Guy-Favreau

1 Tour à bureaux « est »
2 Tour à bureaux « ouest »
3 Atrium
4 Résidence Jeanne Mance
5 Résidence Lagauchetière
6 Résidence St-Urbain
7 Commerces Mail public
8 Dessus du basilaire
9 Jardins semi publics
10 Bâtiments historiques de la Mission chinoise

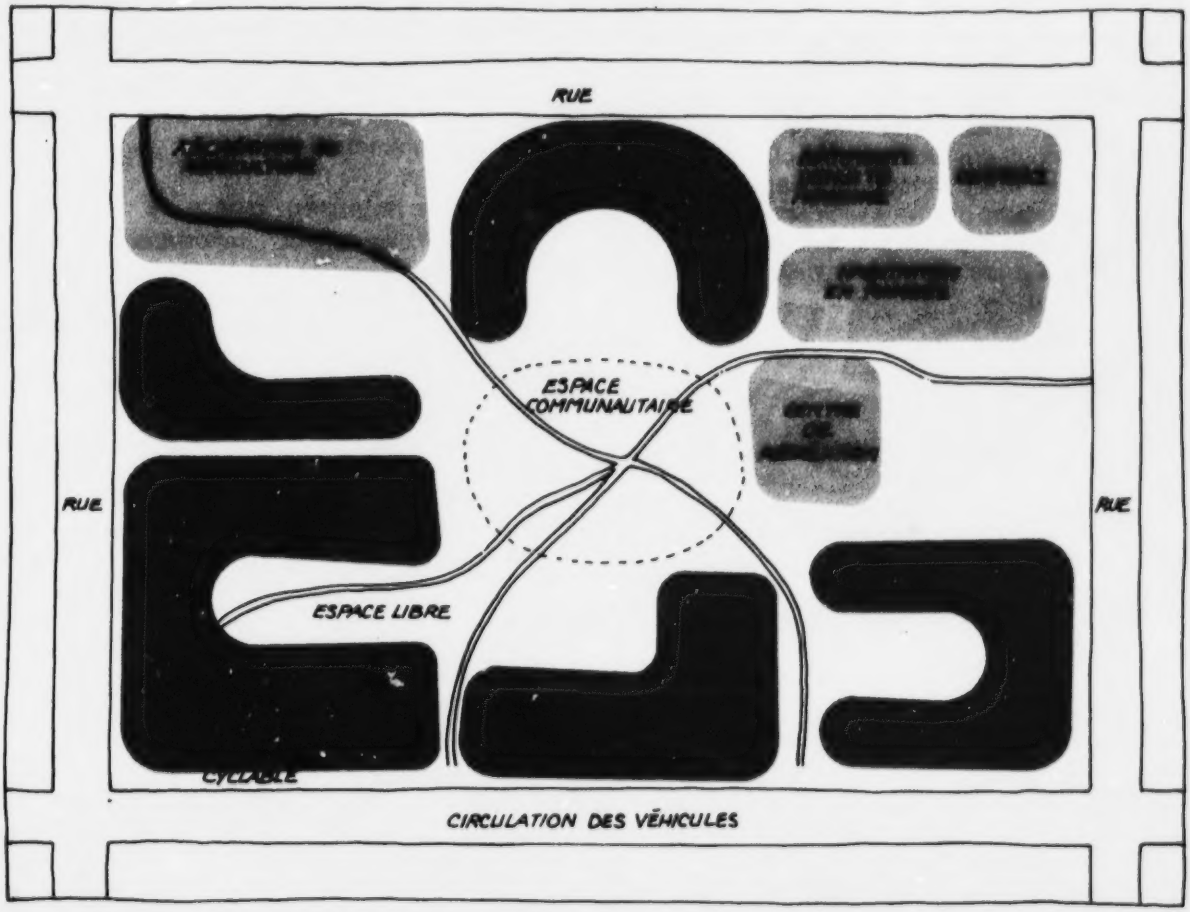
Source: Travaux Publics, Canada

Le Complexe Guy-Favreau de Montréal illustre l'utilisation multifonctionnelle d'un îlot urbain

Créer des quartiers multifonctionnels

Soit en diversifiant les usages intégrés dans un quartier. Par exemple intégrer les fonctions génératrices d'emplois, de service et de loisirs dans les zones résidentielles et permettre l'habitation dans les quartiers spécialisés. Ces aménagements se font dans les zones existantes, par le recyclage des bâtiments, l'utilisation de terrains vacants, de stationnements et d'autres espaces sous-utilisés et grâce à une planification adéquate dans les projets de développement. Dans cette voie, la municipalité de Cowansville construit dans le centre-ville une bibliothèque municipale et un centre socio-communautaire sur un terrain situé sous un viaduc, entre un centre commercial et un espace récréatif. Cette réalisation a regroupé plusieurs fonctions urbaines tout en augmentant la densité d'occupation du sol.

Le quartier multifonctionnel



Le quartier multifonctionnel regroupe les principales fonctions urbaines reliées entre elles par des pistes cyclables et des réseaux piéton ce qui réduit le temps et l'énergie nécessaire aux déplacements

Les voies d'accès et le transport

Lors du développement d'un projet d'envergure, les promoteurs, de concert avec les autorités municipales, peuvent mettre en oeuvre une série de mesures axées principalement sur l'aménagement des rues et des réseaux de transport, qui amélioreront la qualité du milieu résidentiel et contribueront à diminuer la consommation énergétique.

Adopter un réseau routier efficace

L'aménagement des voies de circulation selon les volumes estimés de véhicules permet d'importantes économies d'espaces, de ressources énergétiques et de matériaux.

Cette hiérarchisation des voies de circulation d'un développement urbain important ainsi que l'utilisation de sens uniques, de culs de sac et d'autres mesures permettent de canaliser le flot de véhicules hors des rues résidentielles et vers les artères collectrices à grande capacité reliant les secteurs principaux de la ville.

Implanter des réseaux piétons et des pistes cyclables

Le promoteur et la municipalité peuvent aménager dans le projet de développement ou dans les secteurs bâtis des voies pour la marche ou le cyclisme qui relient les résidences avec les commerces, écoles, parcs et autres fonctions importantes de la ville.

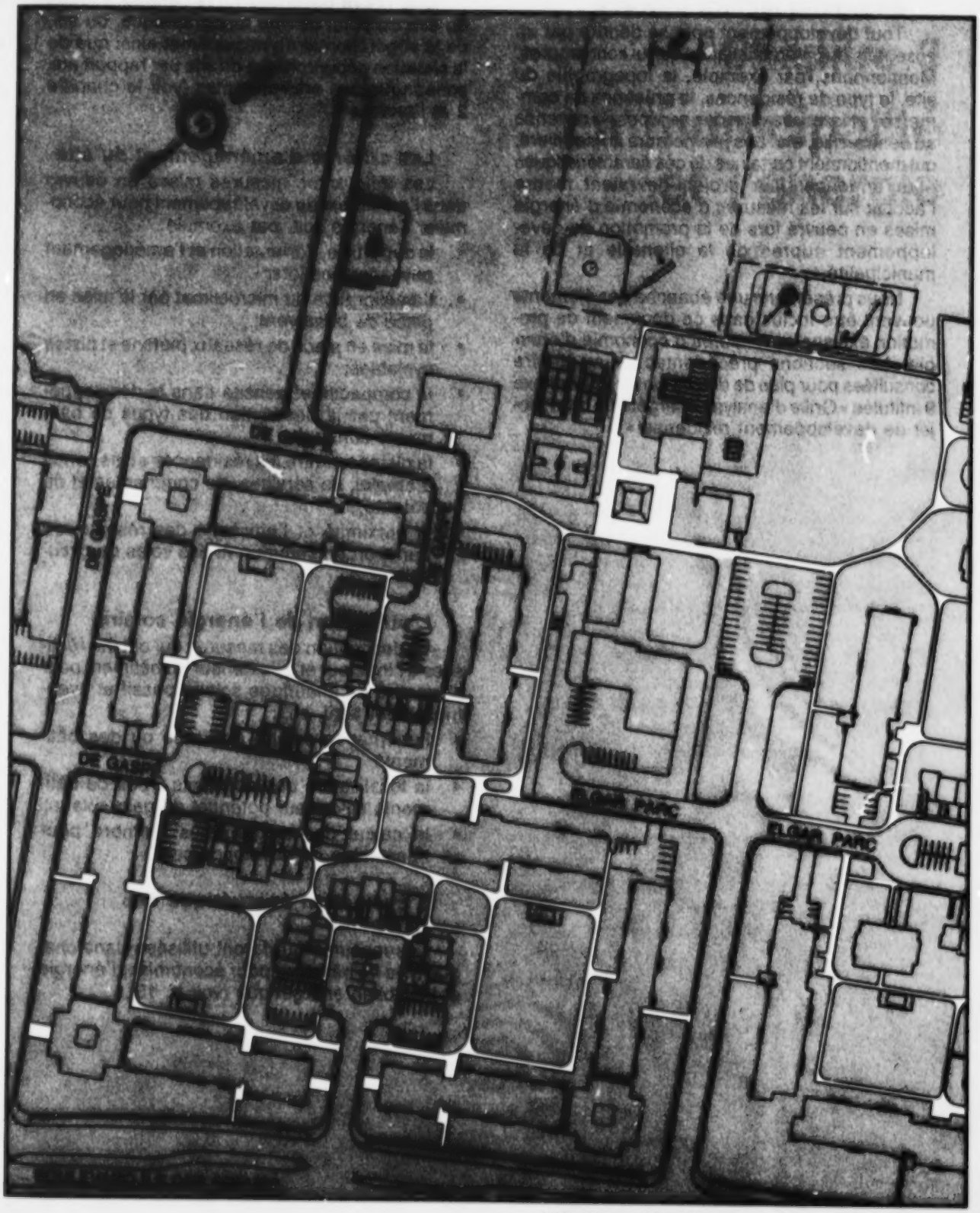
Ces réseaux offrent le choix d'un mode de transport différent, d'un réseau de circulation parallèle pouvant décongestionner le réseau routier habituel et complètent utilement le système de transport en commun. De plus, ils demeurent d'excellents moyens de déplacement, peu coûteux et des plus efficaces sur le plan énergétique.

Le développement de l'Île des Soeurs, dans la municipalité de Verdun, offre un bel exemple de ce type d'aménagement.

Réduire la largeur des rues

Dans les secteurs où l'importance de la circulation ne justifie pas une largeur conventionnelle, réduire la chaussée, souvent plus utile à la circulation de transit qu'aux résidents, accroît l'espace pouvant servir à d'autres usages comme à l'aménagement de pistes cyclables. Cette mesure diminue les coûts de construction et le coût des services municipaux, permet d'augmenter la densité résidentielle et rend les rues plus sécuritaires pour les piétons et les cyclistes en réduisant la circulation et l'utilisation de l'automobile.

ÎLE DES SOEURS
RÉSEAU PIÉTON ET PISTE CYCLABLE



Utilisation multifonctionnelle de l'espace: piste cyclable et réseau piéton à l'île des Soeurs dans la municipalité de Verdun

Vendre le développement énergétiquement efficace

Tout développement peut se décrire par un ensemble de caractéristiques qui lui sont propres. Mentionnons, par exemple, la topographie du site, le type de résidences, la présence de commerces et la localisation des services, la distance au centre-ville, etc. Les promoteurs immobiliers, qui mentionnent certaines de ces caractéristiques pour annoncer leur projet, devraient mettre l'accent sur les mesures d'économie d'énergie mises en oeuvre lors de la promotion du développement auprès de la clientèle et de la municipalité.

Nous présentons une ébauche des éléments pouvant être inclus dans ce document de promotion axé sur les mesures d'économie d'énergie. Les sections précédentes peuvent être consultées pour plus de détails ainsi que l'Annexe 9 intitulée « Grille d'analyse énergétique d'un projet de développement résidentiel »:

La localisation du site

Une brève description des caractéristiques du site au point de vue topographique, du sol, de la végétation et du microclimat ainsi que de la situation géographique du site par rapport aux zones urbaines environnantes (voir le chapitre 2 et l'annexe 4).

Les critères d'aménagement du site

Les différentes mesures mises en oeuvre dans l'ensemble du développement pour économiser l'énergie soit, par exemple:

- la superficie, l'orientation et l'aménagement paysager des lots;
- l'amélioration du microclimat par la mise en place de brise-vent;
- la mise en place de réseaux piétons et pistes cyclables;
- la compacité et densité dans le développement par la description des types de bâtiments construits;
- la distance entre les résidences et les zones d'emploi, de services, de commerces et de détente;
- la proximité et l'efficacité des réseaux de transport en commun et des voies de circulation.

L'utilisation de l'énergie solaire

La description des mesures qui ont été réalisées à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment pour permettre un chauffage solaire passif et éventuellement actif, soit:

- l'orientation solaire des rues ou des bâtiments;
- la localisation des différents types de bâtiments selon leur potentiel de gain solaire;
- le calcul des diagrammes d'ombre pour l'ensemble du développement.

L'évaluation énergétique des bâtiments

Les mesures qui furent utilisées dans chaque type de bâtiment pour économiser l'énergie et leur bilan énergétique (voir p. 15).

Chapitre 3

La municipalité et l'énergie

Les objectifs de la municipalité

Toute municipalité joue un rôle important dans l'aménagement de son territoire. Elle peut, grâce aux instruments dont elle dispose, contribuer à créer un milieu de vie non seulement agréable et fonctionnel mais aussi énergétiquement efficace. Une fois posé le choix politique de réduire la consommation d'énergie, la municipalité peut définir des objectifs spécifiques à réaliser aux niveaux de la construction et de l'aménagement sur son territoire. Les exemples suivants, applicables à l'ensemble du territoire, aux milieux déjà construits et à ceux en développement, illustrent le type d'objectif que peut se donner la municipalité:

Dans le bâtiment

- Améliorer la qualité de construction ou de la rénovation des bâtiments;

  À ce titre, la nouvelle législation provinciale sur l'économie de l'énergie dans les bâtiments fixe des seuils minimaux d'isolation et d'étanchéité du bâtiment (voir l'annexe 1) que la municipalité peut appliquer ou même dépasser dans son règlement de construction[38].

Dans l'aménagement

- Aménager le développement de son territoire de façon à garantir aux bâtiments d'habitation, par l'orientation *sud* et l'ouverture solaire, un ensoleillement optimal et une protection contre les vents froids;
- Augmenter les densités d'occupation et la compacité des milieux à faible densité;
- Multiplier les usages permis dans chaque zone;
- Développer en priorité certains secteurs du territoire municipal où la consommation énergétique est moindre;
- Privilégier les projets de développement résidentiel les plus économes en énergie;

Dans le transport

- Planifier conjointement le développement urbain, les réseaux de transport en commun et le réseau routier;
- Dans les quartiers bâtis, favoriser la consolidation urbaine et l'utilisation des équipements en place par le remplissage des lots vacants ou sous-utilisés, des terrains vagues, des lots sous-dimensionnés et des terrains de stationnement;
- Encourager l'adoption de modes de transport tels la marche, la bicyclette, le covoiturage;
- Encourager le transport en commun et en améliorer l'efficacité.

[38] Loi sur l'économie de l'énergie dans les bâtiments (L.R.Q., chap. E-1.1) 1980, dont la réglementation est entrée en vigueur le 1er août 1983.

Les outils municipaux

La municipalité peut réaliser ses objectifs d'économie d'énergie grâce à l'adoption de mesures concrètes pouvant être regroupées selon les quatre catégories suivantes:

- les mesures incitatives;
- les mesures financières;
- les mesures de contrôle;
- les mesures affectant le transport.

Les techniques et moyens décrits ci-après représentent un échantillon partiel de ce que la municipalité peut faire. Chaque mesure ne s'adresse pas forcément à toutes les municipalités. Les responsables en place pourront choisir et appliquer les mesures susceptibles d'atteindre les buts visés ou même en concevoir d'autres mieux adaptées aux besoins du milieu.

Les mesures incitatives

L'adoption d'orientations politiques

Les municipalités locales, les municipalités régionales de comté et les communautés urbaines ou régionales peuvent adopter dans leurs résolutions, plans d'urbanisme et schémas d'aménagement des orientations politiques visant les économies d'énergie dans l'aménagement de leur espace urbain, dans le choix du type de développement et de construction résidentielle, dans l'adoption des systèmes de transport ainsi que dans l'opération de leurs propres équipements.

À titre d'exemple, la ville de Brampton en Ontario, municipalité de 140 000 habitants située dans la région métropolitaine de Toronto, a élaboré en 1979 une série d'orientations politiques visant l'utilisation rationnelle de l'énergie sur son territoire. Elles touchent tant les opérations internes de la ville, la construction et l'orientation des bâtiments que l'aménagement paysager, la multifonctionnalité et l'utilisation optimale du transport en commun[37] (Voir l'annexe 5).

Des orientations similaires, adaptées au contexte local, peuvent être élaborées par le Conseil municipal ou être suggérées par les citoyens, le comité d'urbanisme, les employés municipaux ou des consultants. Leur adoption servira de base aux actions municipales en économie d'énergie et d'exemple pour l'ensemble des citoyens.

Présenter ces politiques énergétiques

Pour s'assurer de l'implication et de la collaboration de la population, la municipalité verra à informer différents groupes de citoyens des politiques énergétiques qu'elle aura adoptées, soit:

- ses employés, particulièrement ceux des services impliqués par l'application des politiques, soit les services des travaux publics, d'urbanisme, des permis et inspections, de restauration de logement, de circulation...
- les constructeurs et promoteurs, par le biais d'information sur les normes que le Conseil municipal juge souhaitables dans la construction, l'aménagement du territoire et les services. À titre d'exemple, le Plan d'action énergétique, préparé par des comités de citoyens et soumis aux résidents d'Ottawa, propose que la Ville informe les entrepreneurs sur les mesures d'économie d'énergie applicables dans leur projet[38].

Offrir un service d'information sur l'énergie

La municipalité demeure l'échelon gouvernemental le plus près du citoyen. Les autorités municipales peuvent profiter de cette proximité pour offrir aux citoyens un service d'information de première ligne sur les économies d'énergie et sur les moyens qu'ils peuvent eux-mêmes appliquer pour réduire leur consommation résidentielle. Par exemple, l'inspecteur municipal qui répond aux questions des citoyens sur différents aspects de la réglementation municipale pourrait, suite à une formation de base, donner des conseils sur l'entretien des bâtiments, les habitudes de consommation, les techniques de construction destinées à réduire le plus possible les frais de chauffage et de climatisation, indiquer au propriétaire où localiser un brise-vent et un pare-soleil, les secteurs municipaux où la consommation d'énergie est au minimum, etc.

Dans cette veine, le Plan d'action énergétique d'Ottawa propose que la municipalité crée un « Énergicentre ». Selon cette proposition, les propriétaires envisageant des travaux de rénovation à leur résidence pourraient y obtenir:

- des renseignements sur les programmes fédéraux, provinciaux et municipaux d'aide financière;
- des conseils sur la passation de contrats et l'engagement de sous-traitants;
- des conseils techniques en rénovation et bricolage, ou encore de l'information sur les cours de rénovation offerts par des groupes communautaires ou des organismes de formation.

[37] On peut trouver une description des réalisations de Brampton et d'autres municipalités en économies d'énergie dans l'ouvrage de Reg Lang, *Planifier les terres pour conserver l'énergie*. op. cit.

[38] Ottawa, ville d'. *Projet de plan d'action énergétique: options pour le secteur résidentiel*. Ottawa: la ville, 1982. p. 3.

Au Québec, l'application possible par la municipalité de la réglementation sur l'économie de l'énergie dans les nouveaux bâtiments pourrait également servir d'élément permettant d'ouvrir entre la municipalité et ses citoyens un dialogue sur l'énergie.

La désignation d'aires à développement prioritaire

La municipalité qui désigne des secteurs à développer en priorité pourra baser son choix, entre autres, sur des critères d'économie d'énergie. Elle pourra inclure dans l'étude de son territoire les éléments du milieu biophysique (la topographie, la nature du sol, la végétation et le microclimat) et les éléments du milieu urbain (la localisation des zones de travail et de commerce, du centre-ville et des infrastructures de service et de transport). Elle choisira le développement des sites qui favorisent les économies d'énergie dans le bâtiment et sur le territoire, comme l'aménagement des pentes *sud* pour le développement résidentiel, le rapprochement des usages, des infrastructures de service et de transport, l'abondance de l'ensoleillement et la faiblesse des vents, une topographie et une végétation appropriée. Le premier chapitre décrit en détail ces différents éléments.

Les sites éventuels de développement peuvent être classés en accordant la priorité aux zones à faible consommation énergétique. Citons le cas de Portland (Oregon) qui élabora un plan de zonage incitatif divisant la ville en cinq secteurs selon leur niveau de consommation énergétique. Ce plan permettait par exemple de déterminer qu'une famille moyenne, occupant un logement dans une résidence unifamiliale en rangée ou détachée, utiliserait 35% moins d'énergie dans la zone 1 que dans la zone 5. La municipalité espérait ainsi orienter la croissance urbaine dans les secteurs à forte efficacité énergétique[39] (voir l'annexe 6).

Les mesures financières

La municipalité peut contribuer aux économies d'énergie sur son territoire en s'impliquant financièrement dans la réalisation de programmes et ententes spécifiques lors de projets de construction, en favorisant le remplissage des espaces vacants sur son territoire et, lorsque la densité le permet, en établissant un réseau de chauffage urbain dans les quartiers résidentiels. Les mesures décrites ici sont données à titre d'exemple pour inciter les municipalités à élaborer et adopter des mesures adaptées à leur situation particulière.

Des programmes et ententes

Dans le domaine de l'habitation

Plusieurs municipalités, dont Montréal et Québec, se sont dotées de programmes de rénovation domiciliaire grâce auxquels elles accordent des subventions aux propriétaires qui rénovent leur logement. *Ces municipalités pourraient examiner la possibilité d'intégrer à ces programmes des normes minimales d'économie d'énergie* basées sur les mesures décrites dans la partie précédente, en favorisant par exemple l'isolation et l'étanchéité de la structure ou l'implantation de brise-vent. Citons à ce titre la Ville de Montréal qui subventionne non seulement la restauration de logements mais aussi, dans son Programme d'Intervention en Quartier Ancien (PIQA), la plantation d'arbres et d'arbustes[40].

Les municipalités sans programmes de ce genre pourraient en envisager l'adoption avec l'accord des organismes intéressés, ou considérer d'autres mécanismes facilitant l'utilisation rationnelle de l'énergie sur leur territoire. Pensons à l'installation sur terrain municipal de talus protégeant des vents froids un développement résidentiel adjacent, ou encore la fourniture d'arbres aux propriétaires pour la plantation d'un brise-vent[41].

Pour les projets d'infrastructures

Lors de l'aménagement de développements résidentiels, les constructeurs doivent quelquefois contribuer en tout ou en partie au financement des travaux d'infrastructures (aqueduc, égouts, éclairage, signalisation des rues,...), desservant le développement. La municipalité pourrait encourager le promoteur à appliquer dans son projet de développement des mesures d'économie d'énergie en assumant une plus grande part des coûts d'infrastructures lorsque ce dernier met en oeuvre de telles mesures.

Pour les organismes subventionnés

Plusieurs organismes paramunicipaux ou privés reçoivent une part de leur budget de fonctionnement de la municipalité. Citons par exemple les corporations à but non lucratif et les offices municipaux d'habitation. Les municipalités pourraient accorder des subventions ou en accroître le montant selon les économies d'énergie réalisées par l'organisme, en exigeant que les sommes ainsi épargnées soient réinvesties dans le même but.

[39] SEWELL, Derrick W.R., *Analysis of the United States experience in modifying land use to conserve energy* (Working Paper no. 2). Ottawa: Environment Canada, 1980. pp. 95-139.

[40] Montréal, Ville de. *Rapport annuel 1981*. pp. 69-70.

[41] La loi visant à promouvoir la construction domiciliaire (L.R.Q. chapitre C-64-01), sanctionnée en 1982, permet aux municipalités d'adopter des programmes de subvention pour la rénovation domiciliaire sous réserve de l'approbation de la Commission municipale et du ministère des Affaires municipales du Québec.

Lors de projets conjoints de développement

La construction conjointe, municipalité-organisme parapublic ou promoteur privé, de certains équipements collectifs demande généralement de la part de la municipalité une participation financière ou une approbation du projet. La municipalité pourrait alors négocier l'implantation de mesures d'économie l'énergie lors de la construction et l'utilisation des équipements.

L'utilisation de terrains vacants en secteur bâti

Quelques municipalités, dont la Ville de Montréal avec son programme « Opération 20 000 logements »[42] et la Ville de Québec avec « Bâtir en ville »[43], poursuivent un objectif de consolidation du tissu urbain par le remplissage des terrains vacants situés sur leur territoire. Ces espaces, pourvus en services et généralement bien localisés, appartiennent déjà ou sont achetés par la municipalité et revendus à un prix compétitif aux promoteurs intéressés à les développer. Un tel programme contribue à conserver ou augmenter la population de la municipalité et accroît la densité résidentielle, ce qui maximise l'utilisation du transport en commun, des services municipaux et des réseaux d'infrastructures.

Les municipalités désirant densifier leur territoire habité pourraient évaluer la possibilité d'encourager le développement des terrains vacants disponibles dans leur milieu bâti. *Elles devraient cependant inclure parmi les critères orientant le choix des projets de développement une évaluation des mesures d'économie d'énergie mises en oeuvre dans le projet (voir l'annexe 9).*

Le chauffage urbain

Le chauffage urbain consiste généralement à chauffer une série de bâtiments distincts à partir d'une unité centrale de production de chaleur. Cette chaleur est distribuée aux bâtiments sous forme de vapeur ou d'eau chaude par un réseau de canalisations souterraines.

L'idée de centraliser un grand nombre d'unités individuelles de chauffage en un seul système à grande échelle n'est pas nouvelle. Paris, Varsovie, New York et Moscou, entre autres, utilisent déjà le chauffage urbain à des fins résidentielles et alimentent des réseaux urbains s'étendant, pour certaines villes, sur plusieurs milliers de kilomètres[44]. Environ 50% de tous les immeubles à appartements en Suède sont déjà raccordés à un réseau de chauffage urbain[45].

Le chauffage urbain permet des économies d'énergie grâce à la centralisation des opérations. Son efficacité énergétique est accrue lorsque de l'électricité est produite en même temps que la vapeur dans une centrale thermique combinée vapeur-électricité (système à cogénération). De plus, il offre la possibilité d'intégrer l'incinération des déchets urbains.

L'implantation d'un réseau de chauffage urbain demande cependant une densité d'habitation urbaine élevée ou un mélange d'usages comme, entre autres, celui des zones mixtes résidentielles-industrielles. Des villes comme Montréal, avec l'incinérateur Des Carrières, alimentant un réseau de 7km, et Toronto, où un incinérateur chauffe des édifices à bureaux, utilisent le chauffage urbain dans ces quartiers.

D'autre part, la proximité d'une source de chaleur abondante et peu dispendieuse permet d'envisager un tel mode de chauffage pour un secteur résidentiel à plus faible densité. La municipalité de Ville d'Anjou a étudié la possibilité d'utiliser les rejets thermiques issus des raffineries de pétrole voisines pour chauffer un nouveau quartier résidentiel[46] et Hydro-Québec projette de chauffer quelque 500 résidences de Cap-aux-Meules (Iles de la Madeleine) avec les rejets thermiques issus de sa centrale électrique au mazout.

Les mesures de contrôle de l'utilisation du sol

La municipalité contrôle l'utilisation du sol en régissant les usages et leur mode d'implantation sur son territoire. Pour ce faire, elle dispose d'instruments d'urbanisme: le schéma d'aménagement, le plan d'urbanisme, les règlements municipaux de zonage, de lotissement et de construction. La municipalité peut contribuer de diverses façons aux économies d'énergie sur son territoire par l'intégration de politiques et de normes énergétiques dans ses instruments de contrôle de l'utilisation du sol.

[42] Montréal, ville de. *Rapport annuel, 1981*. p. 69 et *Opération 20 000 logements, phase IX*, Service de l'urbanisme, 1982.

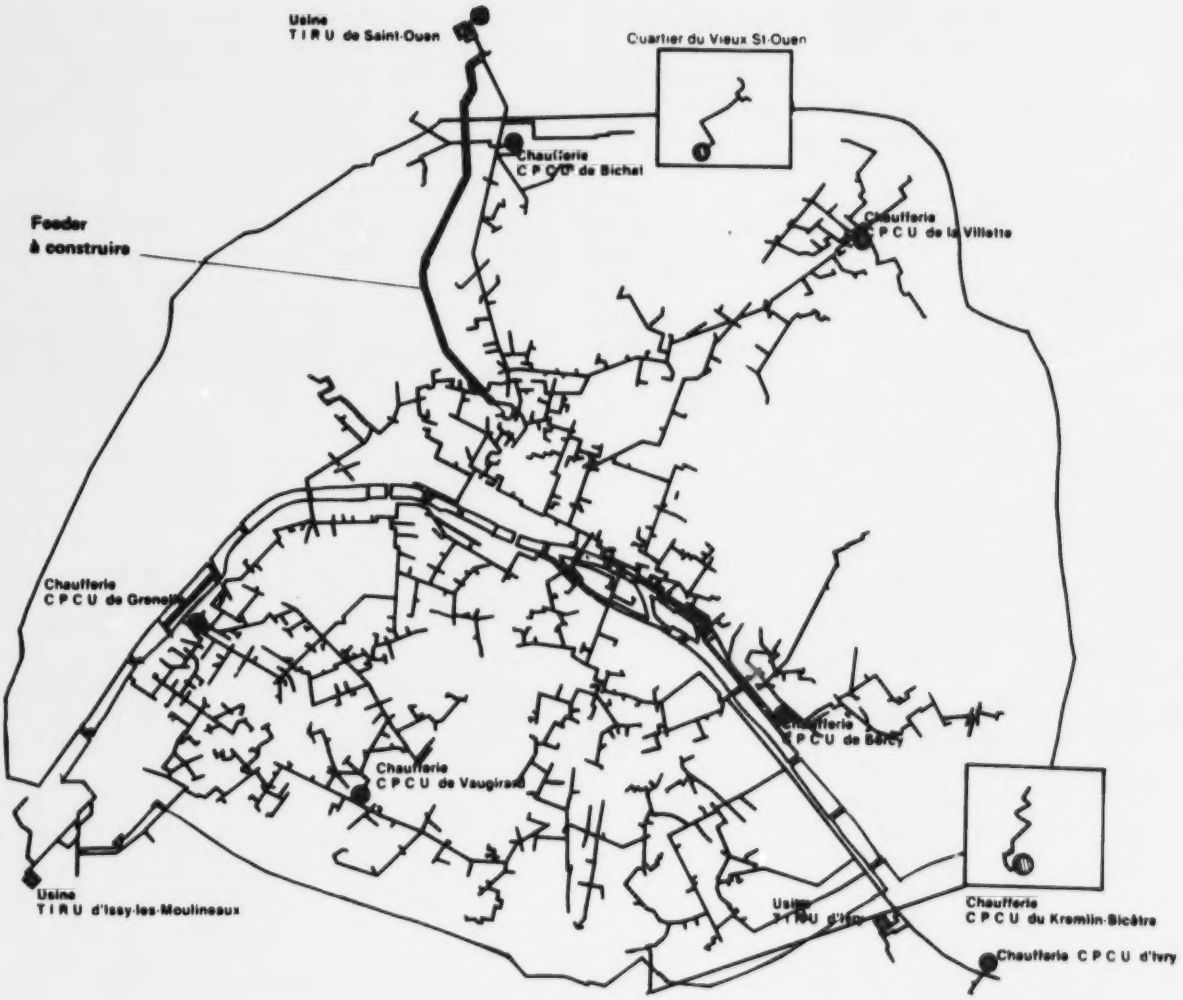
[43] Québec, ville de, Service de l'urbanisme. Communication orale.

[44] Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Direction des énergies nouvelles. Communication orale.

[45] Pour plus de renseignements à ce sujet, voir: Scandiaconsult International AB. *Energy conservation through district heating*. Stockholm, 1976. Voir aussi: Tes Limited. *Le Breton flats district heating design report*. Ottawa: Canada Mortgage and Housing Corporation. s.d.

[46] Centre de développement technologique. *Chauffage urbain sud-est d'Anjou, CDT-4229*. Montréal, 1982.

Le chauffage urbain



Réseau de chauffage urbain de Paris. Extension de 227 km. Ce réseau produit 5,5 milliards de kWh à partir d'un combustible constitué de 30% d'ordures ménagères

Intégrer des politiques énergétiques au schéma d'aménagement et au plan d'urbanisme

Ces orientations peuvent être intégrées au schéma d'aménagement et au plan d'urbanisme qui doivent contenir, en vertu de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme, les grandes orientations de l'aménagement du territoire[47]. Par exemple, la municipalité cherchera à:

- réduire les coûts de transport et des services pour l'ensemble des citoyens par la réduction de l'étalement et le rapprochement des usages;
- minimiser les coûts de chauffage et de ventilation par la construction énergétiquement efficace du bâtiment;
- favoriser un ensoleillement optimal des bâtiments d'habitation et l'implantation de brise-vent pour réduire les coûts de chauffage;
- assurer que la rénovation urbaine intègre des critères d'économie d'énergie dans la construction des bâtiments et l'aménagement du territoire.

On trouvera à l'annexe 6 les orientations qu'a adoptées la municipalité de Brampton en Ontario.

Multiplier les usages et augmenter les densités

Le schéma d'aménagement et le plan d'urbanisme doivent contenir les grandes affectations du sol. Les densités d'occupation sont facultatives dans le schéma mais doivent être indiquées dans le plan d'urbanisme[48]. Les municipalités peuvent favoriser:

- l'implantation d'usages diversifiés dans un même secteur, diminuant ainsi la longueur des déplacements;
- l'augmentation des densités d'implantation dans une zone, permettant ainsi d'améliorer l'utilisation des infrastructures et le rendement du transport en commun.

Bien localiser les routes, réseaux de transport, équipements et infrastructures

Le plan d'urbanisme peut préciser pour l'ensemble du territoire:

- le tracé projeté et le type des principales voies de circulation et des réseaux de transport;
- la localisation des équipements et infrastructures destinés à l'usage communautaire[49].

Ceci contribue à réduire la consommation d'énergie par l'aménagement efficace du réseau routier, à améliorer le service du réseau de transport (voir p. 38-41) et à réduire les coûts associés à l'implantation de longs réseaux d'infrastructures et à l'éparpillement des équipements communautaires.

Intégrer l'économie d'énergie aux règlements

Par sa réglementation, une municipalité peut fixer des normes minimales de zonage, de lotissement et de construction. Ces normes pourraient prendre en compte l'utilisation rationnelle de l'énergie. L'annexe 7 énumère certains éléments des règlements de zonage, de lotissement et de construction pouvant impliquer des mesures d'économie d'énergie.

D'autre part, *la municipalité pourrait adopter un règlement portant sur un aspect spécifique de l'aménagement du territoire comme la protection de l'ensoleillement optimal pour les bâtiments d'habitation.* Citons la municipalité de Brampton en Ontario qui a adopté, pour un projet de développement, un zonage innovateur assurant que les nouveaux bâtiments n'ombrageront pas les résidences voisines, favorisant ainsi l'utilisation de l'énergie solaire pour le chauffage des résidences[50]. Ce zonage est décrit brièvement à l'annexe 8.

Améliorer la réglementation existante

Plusieurs municipalités du Québec possèdent des instruments d'urbanisme peu adaptés au contexte énergétique actuel. Soulignons par exemple les règlements qui:

- interdisent l'utilisation d'une corde à linge, incitant le citoyen à brancher une sécheuse électrique;
- obligent l'implantation du bâtiment sur son lot selon des règles fixes qui ne tiennent pas compte de l'ensoleillement et des vents.

Reviser l'instrumentation d'urbanisme selon l'énergie en réduira la consommation dans la collectivité. La révision pourra, par exemple, adapter les normes régissant l'implantation d'un bâtiment sur son lot en intégrant les mesures suivantes à sa réglementation:

[47] Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (L.R.Q. 1983, chap. A-19.1) art. 5 et 83.

[48] Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (L.R.Q. 1983, chap. A-19.1) art. 6 et 83.

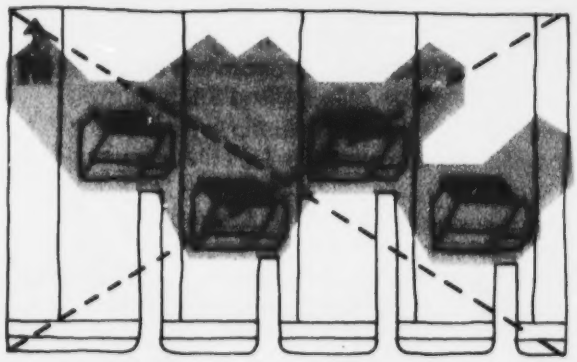
[49] Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (L.R.Q. 1983, chap. A-19.1) art. 84.

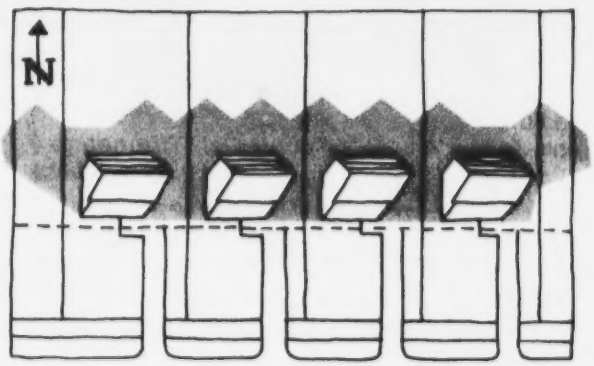
[50] *Planifier les terres pour conserver l'énergie*, op. cit., pp. 162-163.

- *Aligner les bâtiments pour garantir l'ensoleillement*

Sur des rues est-ouest, l'implantation d'un bâtiment détaché en retrait des bâtiments voisins le situerait dans la zone d'ombre de ces bâtiments, diminuant son niveau d'ensoleillement. Cela vaut aussi pour les bâtiments situés du côté sud de la rue dont les façades arrière devront être alignées.

Le recul des bâtiments



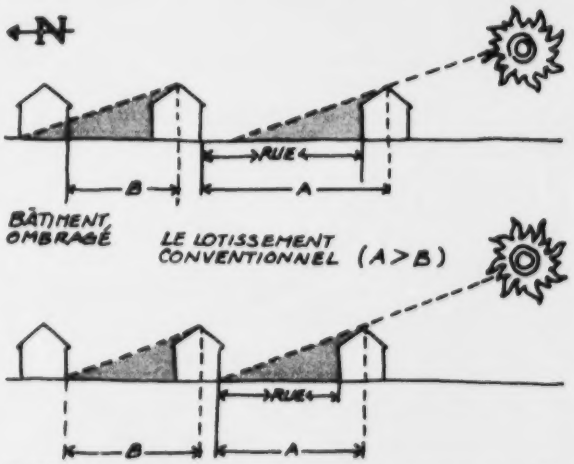


Un alignement uniforme élimine les ombres sur les bâtiments

- *Assurer un éloignement équivalent de tous les bâtiments*

Pour garantir l'ensoleillement sur les rues est-ouest, il faut calculer le diagramme d'ombre de tous les bâtiments et les situer à une distance équivalente les uns des autres, qu'ils soient de chaque côté d'une rue ou entre deux rues.

Garantir l'ouverture solaire des bâtiments



Préférer des distances égales entre les bâtiments (A = B)

- *Approfondir les lots pour garantir l'ensoleillement*

Réduire les espaces latéraux entre les bâtiments accroît la profondeur des lots et garantit un meilleur ensoleillement.

- *Utiliser l'implantation de type « ligne latérale zéro »*

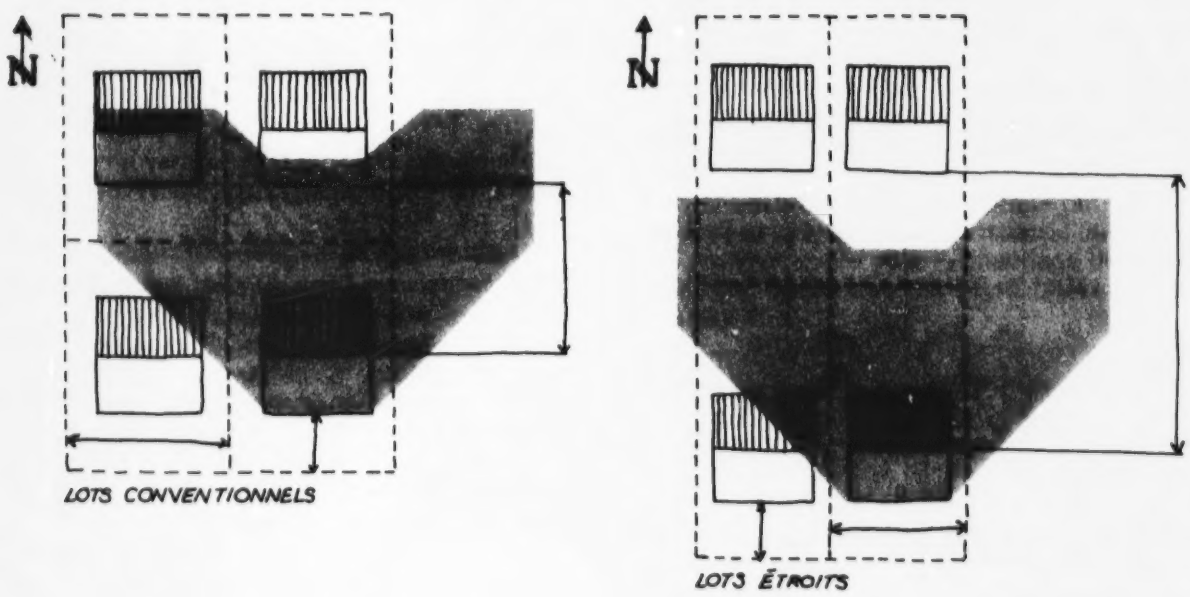
Sur des rues nord-sud, placer les bâtiments sur la limite nord des terrains, face au sud et décalés vers l'est ou l'ouest les uns par rapport aux autres pour éviter que l'ombre ne les prive du soleil.

Introduire une grille d'analyse

Développer l'efficacité énergétique d'un projet domiciliaire, commercial ou autre, c'est prévoir l'utilisation rationnelle de l'énergie tant dans la localisation du site, la construction des bâtiments et l'aménagement des lots que dans l'orientation des rues, le tracé des voies de circulation, le choix des densités et des usages permis.

La municipalité et le promoteur auront avantage à utiliser, lors de l'évaluation des projets de développement, une grille d'analyse qui regroupe les critères d'économie d'énergie cibles applicables à un projet type. On trouvera en annexe 9 l'ébauche d'une telle grille d'analyse.

Réduire les marges latérales



Pour une même superficie de lot, réduire les marges latérales permet d'éviter l'ombrage des bâtiments

Les mesures affectant le transport

Le transport, activité socio-économique essentielle et indissociable de l'aménagement du territoire, consomme une bonne part des énergies fossiles non renouvelables utilisées au Québec. La municipalité pourra s'efforcer d'améliorer l'efficacité des systèmes de transport utilisés sur son territoire, ce qui contribuera à réduire la facture énergétique des individus et de la collectivité. L'économie d'énergie dans ce secteur implique:

- de diminuer la distance des déplacements, ce qui réduira les besoins de transports;
- d'utiliser des modes de transport moins énergivores, dont le transport en commun;
- d'améliorer la circulation des véhicules dans la municipalité et l'efficacité des systèmes de transport existants.

Les mesures suivantes présentent un aperçu des actions réalisables pour améliorer les transports dans la municipalité[51]. Elles peuvent être regroupées sous trois niveaux d'intervention:

L'aménagement du territoire

La consommation d'énergie lors des déplacements peut être diminuée par l'application des mesures suivantes:

- *Augmenter la densité résidentielle et faciliter l'accès au transport en commun*

  L'efficacité du transport collectif s'accroît en augmentant sa clientèle potentielle et son accessibilité.
- *Intégrer ensemble les fonctions*

  Intégrer ensemble habitation, lieux de travail, commerces et services à l'intérieur du quartier, au niveau de l'îlot et même dans l'immeuble.
- *Aménager des réseaux piétons et des pistes cyclables*

  Ils fournissent au citoyen une alternative énergétiquement efficace aux modes de transport conventionnels, tel l'automobile dont plus de la moitié des trajets ont moins de 8 km. Ces réseaux et pistes seront aménagés pour:
  - relier les principales fonctions d'une agglomération: travail, commerce, résidence, loisir;
  - suivre parallèlement les rues animées et ainsi en réduire l'achalandage;
  - joindre les points de correspondance avec le transport collectif et ainsi former un réseau global de transport;
  - assurer la sécurité des piétons et des cyclistes par la séparation adéquate de ces voies d'avec le réseau routier.

La gestion du réseau routier

La municipalité régionale ou locale peut adopter des mesures qui augmentent le rendement du transport collectif et améliorent la circulation des véhicules sur son territoire.

Le transport en commun

La municipalité, souvent responsable d'une partie du fardeau financier des réseaux de transport en commun, a intérêt à en accroître l'efficacité et la popularité. Les actions suivantes contribueront à accroître la rapidité des trajets, la commodité et le confort des transports en commun:

- *Des voies de circulation réservées aux autobus*

  Aux heures de pointe, cette mesure améliore grandement les temps de parcours des autobus. Elle est appliquée à Québec dans le centre-ville, à Montréal entre la rive sud et le centre-ville et à Laval. Cette politique de voies réservées pourrait inclure les usagers du covoiturage et s'étendre aux axes principaux de circulation de l'agglomération pendant l'ensemble des heures d'opération. La ville d'Amsterdam réserve ainsi des voies aux autobus et aux cyclistes sur ses artères principales.
- *L'installation dans les autobus de télécommandes leur donnant le feu vert aux intersections.*
- *Le retrait des restrictions de virage aux intersections pour les autobus.*
- *L'aménagement en retrait de zones d'arrêt pour autobus, leur permettant de s'écarter de la circulation principale.*
- *L'utilisation d'autobus « express » effectuant un nombre réduit d'arrêts sur un parcours donné.*

De telles mesures nécessitent une action conjointe des municipalités et des services de transport en commun concernés.

[51] Les ouvrages suivants présentent un ensemble de mesures applicables au transport:

Ontario. Ministry of Transportation and Communication. *Energy conservation through traffic management, a handbook of municipal opportunities.* Downsview, Ontario: Transportation Energy Management Program, 1981.

Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. *L'Énergie et les transports urbains* (Énersage pour les municipalités, fascicule 9) Ottawa: le Ministère, 1982.

La circulation

La municipalité peut favoriser le flot de la circulation en cherchant à réduire les temps d'arrêt sur le réseau par la réduction du nombre des feux de circulation, d'arrêts obligatoires, de véhicules stationnés en bordure des voies... Toutefois, toute modification au réseau de circulation demande, au préalable, une étude approfondie et l'application des mesures d'amélioration doit tenir compte des conditions particulières inhérentes au réseau.

- *La synchronisation des feux de circulation*
  Elle permet d'accroître la vitesse d'écoulement des véhicules, de réduire pour l'usager les frais d'essence et d'exploitation du véhicule ainsi que le temps nécessaire au trajet. L'on peut citer en exemple le projet de synchronisation réalisé par la Ville de Saint-Laurent. On estime que le réaménagement partiel de quatre artères principales et la synchronisation électronique des feux de circulation apportera, pour un déboursé de quelque 7,3 millions $, des bénéfices cumulés sur 15 ans de quelque 70 millions $. Notons que 60% de ces bénéfices consistent en économies d'essence et en réduction des frais d'exploitation des véhicules.
- *La réduction du nombre d'arrêts obligatoires aux intersections*
  Ces signaux peuvent être remplacés par des « CEDEZ » ce qui, dans le cas d'arrêts obligatoires aux quatre coins de l'intersection, réduira jusqu'à 25% la consommation d'essence des véhicules. Par exemple, les « ARRET » peuvent être éliminés sur une voie et remplacés par des « CEDEZ » sur l'autre voie lorsque les conditions du lieu (visibilité, etc.) le permettent. La ville de Portland, en Orégon, se propose de modifier sa signalisation routière pour améliorer la circulation des véhicules sur son territoire. Il s'agit d'un programme de cinq ans qui éliminera quelque 42 millions d'arrêts et permettra d'économiser environ 2 millions de gallons d'essence par année.
- *Les passages dénivelés pour piétons et cyclistes*
  Ils permettent le passage des piétons et cyclistes sans nécessiter l'arrêt des véhicules moteurs, ce qui diminue la consommation d'essence, réduit l'usure des véhicules et accroît le flot de circulation.
- *Les voies réservées aux virages à droite ou à gauche.*
  Elles permettent l'écoulement sans interruption de la circulation principale.
- *L'interdiction des véhicules moteurs dans certains secteurs particulièrement congestionnés.*
- *L'augmentation des capacités de stationnement aux abords des stations de transport en commun dans les secteurs périphériques*
- *L'installation de parcomètres en zones achalandées.*
  Ceci aurait pour effet d'accroître l'utilité globale des espaces de stationnement.
- *La réduction du stationnement disponible dans les centre-villes.*
- *L'allocation d'espaces de stationnement destinés en priorité aux usagers du covoiturage.*
- *L'attribution d'un sens aux voies principales selon la direction et l'importance de la circulation aux heures de pointe.*

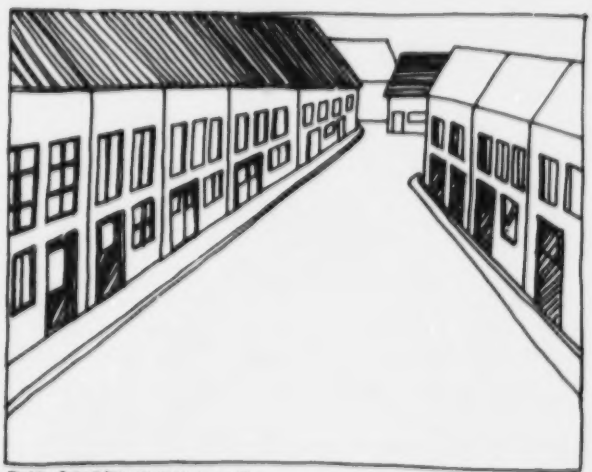
Les mesures innovatrices

La municipalité peut enfin promouvoir une série de mesures visant la conservation de l'énergie et l'amélioration du transport sur son territoire. Citons particulièrement:

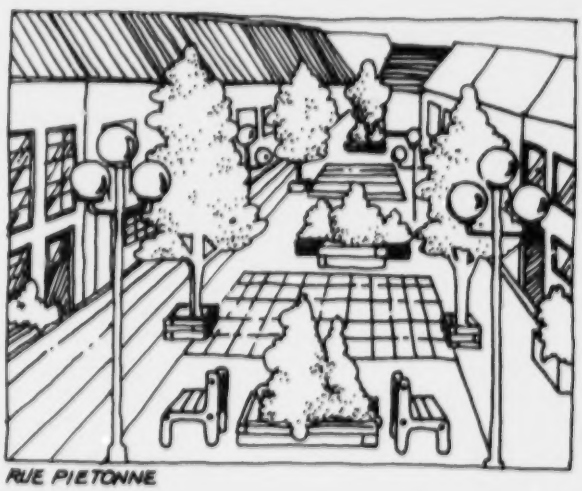
- *L'encouragement au covoiturage*
  Pour des distances de plus de 16 km ou sur des trajets moins bien desservis par le transport en commun, le regroupement de plusieurs passagers dans un même véhicule permet de réduire les dépenses, la consommation d'énergie, l'achalandage des routes et les besoins en espaces de stationnement sur les lieux de travail et cela, sans nuire au transport en commun. De plus, le covoiturage ne demande aux usagers que des investissements minimes et très peu de frais d'exploitation. Les municipalités peuvent encourager le covoiturage chez les gros employeurs et favoriser la création de centres de répartition destinés à organiser cette forme de transport chez les petits employeurs et le public[52].

- *La création de rues piétonnes*
  Plusieurs municipalités cherchent à contrôler et limiter la circulation automobile dans les centre-villes et les zones résidentielles à haute densité par l'implantation de rues piétonnes ou « woonerf ». Ce nouveau concept, issu de la Hollande et bien répandu en Europe, offre aux résidents la priorité d'utilisation de la rue en y limitant la circulation automobile. Ces rues piétonnes améliorent la qualité des milieux urbains et la sécurité des piétons y circulant; l'accès, la vitesse de circulation et le stationnement automobile y sont réduits, le nombre d'accidents y diminue et l'on redonne aux piétons et cyclistes un espace urbain trop souvent monopolisé par l'automobile[53]. Concept peu appliqué en Amérique du Nord, certaines municipalités ont toutefois transformé de façon temporaire ou permanente quelques axes commerciaux ou touristiques en rues piétonnes. Citons Montréal avec la Place Jacques Cartier et la rue Prince Arthur[54], et Québec avec les rues du Trésor, Ste-Anne et St-Jean.

Rues piétonnes



RUE CONVENTIONNELLE



RUE PIETONNE

La rue piétonne réduit la circulation automobile et redonne aux résidents l'utilisation d'un espace vital

[52] Pour plus d'information sur ce sujet, voir l'ouvrage suivant:
Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. *Le guide canadien du covoiturage par fourgonnette*. Ottawa: ministère des Approvisionnements et Services, 1982.
De plus l'Association Covoiturage Québec Inc., organisme sans but lucratif, a pour mandat de promouvoir le covoiturage au Québec. (Covoiturage Québec Inc., 425 avenue Viger ouest, bureau 600, Montréal (Québec) H2Z 1W9).

[53] DAGENAIS, Jean-Pierre. *Les vraies causes de l'inflation des coûts du transport collectif urbain*, dans *Habitat*, vol. 26, no. 2, 1983. pp. 2-7.

[54] *Traffic restraints in residential neighbourhoods*, New Brunswick, Transaction Inc., 1980, 40 p.
Voir aussi: International symposium on neighbourhood traffic restraints: proceedings, Washington D.C.: Institute of Transportation Engineers, 1981.

Bibliographie additionnelle 67

Annexes

1 Évaluation des caractéristiques énergétiques de la résidence 71

2 Ouverture solaire et diagramme d'ombre 73

3 Brise-vent et pare-soleil: caractéristiques des arbres et arbustes 81

4 Les relevés de l'environnement 99

5 Politique énergétique de la ville de Brampton (Ontario) 100

6 Établissement des zones énergétiques de la ville de Portland (Oregon) 101

7 Une réglementation visant l'utilisation rationnelle de l'énergie 102

8 La protection de l'ensoleillement à Brampton (Ontario) 104

9 Grille d'analyse d'un projet de développement résidentiel 105

BIBLIOGRAPHIE ADDITIONNELLE

Alberta, Ministry of Agriculture and Energy and Natural Resources. *Low energy home design, design guidelines and plans for low energy efficient housing.* Edmonton: Ministry of Agriculture, 1982.

Alternative in energy conservation. The use of earth covered buildings. Proceeding and Notes of a Conference held in Ft. Worth, Texas, July 9-12, 1975.

CARRIÈRE, Dean. *Solar houses for a cold climate.* Rexdale, Ontario: John Wiley and Sons, 1980.

Comité international du Nord-Est sur l'énergie: Conférence des gouverneurs des États de la Nouvelle Angleterre et des premiers ministres des provinces de l'Est du Canada. *Architecture domiciliaire axée sur le rendement énergétique et l'utilisation de sources d'énergie renouvelables.* Nouvelle-Écosse: Le Comité, 1980.

Enertec. *L'effet de l'orientation sur le bilan thermique d'une résidence type.* Québec: ministère de l'Énergie et des Ressources, Direction des programmes d'énergies nouvelles, 1980.

France, ministère de l'Environnement et du Cadre de vie. *Construire avec le climat.* Paris: le Ministère, s.d.

IZARD, Jean-Louis, et Alain GUYOT. *Archi bio.* Marseilles: Éditions Parenthèses, 1979.

Los Alamos Scientific Laboratory. *Passive solar design handbook — volume two of two volumes: passive solar design analysis.* Washington: United States Department of Energy, Passive and Hybrid Solar Energy Division, 1980.

Los Alamos Scientific Laboratory. *Passive solar design handbook — volume three: passive solar design analysis.* Washington: United States Department of Energy, Passive and Hybrid Solar Energy Division, 1982.

MAILLARDET, T., J.M. VIEILLARD. *L'indépendance énergétique de la maison.* Paris: Eyrolles, 1981.

MAZRIA, Edward. *The passive solar energy book.* Emmaus (Pa.). Rodale Press, 1979.

MOHAMED, Ajmal. Energy efficient housing design. University of Manitoba Thesis. Winnipeg: University of Manitoba, 1980.

Ontario, Ministry of Energy. *Residential passive solar design and construction project.* (s.l.): the Ministry, 1981.

University of Minnesota. *Underground Space Center. Earth sheltered housing design: guidelines, examples, and references.* New York: Van Nostrand Reinhold, 1979.

University of Minnesota. Underground Space Center. *Earth sheltered residential design manual.* New York: Van Nostrand Reinhold, 1982.

Edmonton Metropolitan Regional Planning Commission. *Energy conserving land use planning.* Edmonton: The Commission, 1982.

ERLEY, Duncan. *Site planning for solar access: A guidebook for residential developers and site planners.* Chicago: United States Department of Housing and Urban Development, 1979.

Frère Marie-Victorin cc. *Flore Laurentienne.* Montréal: Les Presses de l'Université de Montréal, 1964.

Hamilton-Wentworth, Regional Municipality of. Planning and Development Department. *Design criteria for energy efficient neighbourhood planning.* Hamilton: The City, 1982.

HOSIE, R.C. *Arbres indigènes du Canada.* Montréal: Édition Fides, 1980.

Land Design/Research Inc. *Cost effective site planning: single family development.* Washington: National Association of Home Builders, 1976.

LANG, Reg. *Energy conservation and the municipal planner* (série du bâtiment, publication no. 7). Ottawa: Canada, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Bureau de la conservation et des énergies renouvelables, 1980.

LANG, Reg. *New directions in municipal energy conservation: the California experience.* Toronto: Ontario Ministry of Energy, 1980.

Living Systems. *Davis energy conservation report: practical use of the sun.* Davis, California; City of Davis, 1977.

MUYLDERMANS, L. *Préoccupation énergétique en urbanisme.* Louvain-la-Neuve, Belgique: Service du Premier ministre, 1981.

Northeastern Illinois Planning Commission. *Guidelines for energy efficient community development: site development and subdivision design.* Chicago: the Commission, 1981.

Ontario, Ministry of Energy. *Subdivision and sun: 3 design studies.* Toronto: The Ministry, 1979.

Ontario, Ministry of Housing. *Residential site design and energy conservation,* Part 1, General Report. Ontario: The Ministry, 1980.

Ontario, Ministry of Municipal Affairs and Housing. *Handbook for energy efficient residential subdivision planning*, Part 1. Toronto: the Ministry, 1982.

Ontario, Ministry of Municipal Affairs and Housing. *Handbook for energy efficient residential subdivision planning,* Part 1. Toronto: the Ministry, 1982.

Ontario, Ministry of Municipal Affairs and Housing. *Urban development standards, a demonstration of the potential for reducing costs.* Toronto: The Ministry, 1983.

Peace River Regional Planning Commission, *Urban residential subdivision, site and design guideline for the Peace Region.* Grande Prairie, Alberta: The Commission, (s.d.).

Royal Architecture Institute of Canada. *Energy conservation: Design resource handbook.* Ottawa: The Institute, 1979.

Société canadienne d'hypothèques et de logement. *Critères d'aménagement du terrain.* Ottawa: SCHL, 1978.

Société canadienne d'hypothèques et de logement. *Residential site development advisory document.* Ottawa: SCHL, (s.d.).

United States. Comptroller General. Report to the Congress of the United States. *Greater energy efficiency can be achieved through land use management.* Washington, D.C.: Comptroller General of the United States, 1981.

WRIGHT, David. *Soleil, nature, architecture.* Marseille: Parenthèses, 1979.

Annexes

Annexe 1

Évaluation des caractéristiques énergétiques de la résidence

Description du lot et du bâtiment

La liste suivante présente les principaux éléments du lot et du bâtiment ainsi que les caractéristiques favorisant une utilisation rationnelle de l'énergie dans l'aménagement d'un lot et la construction d'un bâtiment.

L'aménagement du lot

- orientation du lot:
  favoriser l'orientation *sud* pour un ensoleillement maximal
- orientation du bâtiment:
  favoriser l'orientation du vitrage face au *sud* pour un captage maximal du rayonnement
- ouverture solaire:
  dégagée des obstacles actuels ou prévus, donc permettant un ensoleillement optimal
- emplacement du bâtiment sur le lot:
  placé sur la partie nord pour aménager un espace-cour au *sud*
- enfouissement partiel (ou complet) du bâtiment:
  le sol réduit la variation quotidienne des températures extérieures.
- aménagement d'un brise-vent végétal ou d'un talus de protection des vents d'hiver:
  situé perpendiculairement aux vents d'hiver, il protège des pertes de chaleur
  — type et composition du brise-vent
  — localisation et orientation
  — taille, largeur et profondeur
- utilisation d'un pare-soleil végétal:
  il permet de diminuer la surchauffe d'été
  — localisation du pare-soleil
  — espèce, taille actuelle et prévue

Le bâtiment

Type et structure

- unifamilial détaché, jumelé ou en rangée:
  l'unifamilial en rangée consomme le moins d'énergie pour le chauffage.
- multifamilial détaché, jumelé ou en rangée:
  un plus grand nombre de logements par bâtiment demande moins d'énergie par logement.
- forme:
  la forme cubique est énergétiquement efficace et aisée à construire.
- pourcentage des murs extérieurs exposés aux côtés *nord, sud, est et ouest*: exposer le moins de surface aux vents d'hiver.
- inclinaison du toit face au *sud*:
  pour profiter du chauffage solaire actif, l'inclinaison idéale égale la latitude du site plus 15° (Montréal: 45° + 15° = 60°). Toutefois, une pente de 45° est moins onéreuse à construire tout en étant satisfaisante pour le chauffage solaire de l'eau chaude.

Enveloppe

- isolation de l'enveloppe:
  matériau utilisé et résistance thermique RSI totale.
  — fondations
  — murs
  — toit
- ouvertures (portes, fenêtres ou autre)

Orientation	Nombre	Type	Pourcentage superficie des murs	Résistance thermique (RSI)	Protection (vestibule tambour, auvents...)
Nord	___	___	_____	_____	_____
Est	___	___	_____	_____	_____
Sud	___	___	_____	_____	_____
Ouest	___	___	_____	_____	_____

Réduire le nombre d'ouvertures du côté *nord*, les protéger par des vestibules ou tambours et placer les trois quarts du vitrage au *sud* et en minimiser la superficie au *nord*.

Voir à ce sujet la Loi sur les économies d'énergie dans les nouveaux bâtiments, qui exige des niveaux d'isolation et d'étanchéité minimums (on trouvera en fin d'annexe les normes pour une maison unifamiliale dans la région de Montréal). Ces niveaux peuvent cependant être dépassés par le constructeur. Le Règlement sur l'économie de l'énergie dans les nouveaux bâtiments précise ces différents points.

- étanchéité du bâtiment
  L'on recommande entre 0.5 et 1.0 changement d'air à l'heure pour une résidence unifamiliale. Voir à ce sujet le cahier de l'American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers Inc., *Ventilation for acceptable indoor air quality, ashrae 62-1981.*
- masse thermique, type, localisation et volume
  Des matériaux de structure ou de revêtement massifs comme le béton ou la brique peuvent être placés sur le mur ou le plancher pour absorber les radiations solaires et la chaleur interne et réchauffer l'air ambiant du bâtiment.
- pare-soleil structuraux, localisation et type
  Pour éviter que le soleil ne pénètre et surchauffe le bâtiment en été. (Ex.: larmiers, treillis, pergolas, auvents).

Plan montrant la situation des pièces et des abris extérieurs

- le salon, la cuisine et la salle à dîner:
  préférer le côté *sud* du bâtiment pour les pièces très fréquentées. Prévenir la surchauffe de la cuisine par une ventilation redistribuant la chaleur aux pièces froides ou prévoir une masse thermique suffisante pour stocker la chaleur.
- les chambres, le bureau:
  préférer les côtés est ou ouest.
- l'atelier, la buanderie, le rangement, l'escalier:
  préférer le côté nord pour les pièces moins ou peu fréquentées.
- le garage, le hangar:
  placer du côté des vents d'hiver.

Système de ventilation et de chauffage: caractéristiques

- source d'énergie et mode de distribution de la chaleur
- puissance adaptée au bâtiment
- contrôle automatique favorisant l'économie d'énergie
- localisation centrale

Ces équipements devront être d'une efficacité maximale et le consommateur devra savoir comment les utiliser de façon optimale.

Évaluation énergétique du bâtiment: le programme « Hotcan »

Le constructeur d'un bâtiment résidentiel unifamilial peut en évaluer la consommation énergétique et les coûts afférents pour une année grâce à un programme informatique mis au point par le Conseil national de recherches du Canada. Ce programme appelé HOTCAN permet de calculer le bilan thermique et de prédire les coûts:

- pour le chauffage de l'espace
- pour le chauffage de l'eau
- pour l'éclairage et les appareils,

tout en accordant une marge d'erreur pour les variations de climat extérieur, la performance des équipements et le mode de vie des occupants. Ce programme est disponible par l'intermédiaire de l'Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec.

Résistance thermique minimale pour une résidence unifamiliale dans la région de Montréal

Élément	RSI totale ($m^2 \times °C/W$)
Toit ou plafond isolant un espace chauffé d'un espace non chauffé ou de l'air extérieur	5.3
Mur au-dessus du niveau du sol, autre qu'un mur de fondation, isolant un espace chauffé d'un espace non chauffé ou de l'air extérieur	3.4
Mur de fondation isolant un espace chauffé d'un espace non chauffé, de l'air extérieur ou du sol contigu	2.2
Plancher isolant un espace chauffé d'un espace non chauffé ou de l'air extérieur	4.7
Toute surface vitrée isolant un espace chauffé d'un espace non chauffé ou de l'air extérieur	0.35
Une porte isolant un espace chauffé de l'air extérieur doit être protégée par une contre-porte à moins que la porte à l'exclusion de sa partie vitrée n'ait une résistance moyenne d'au moins	0.7

Source: Québec, ministère de l'Habitation et de la Protection du consommateur. *Règlement sur l'économie de l'énergie dans les nouveaux bâtiments: Notes explicatives.* Québec: ministère de l'Habitation et de la Protection du consommateur et ministère de l'Énergie et des Ressources, 1983.

Annexe 2

Ouverture solaire et diagramme d'ombre

Les facteurs à considérer

Les zones d'ombre sont déterminées par l'établissement des diagrammes d'ombre de chaque obstacle pouvant bloquer les rayons solaires. Ils indiquent les distances minimales à respecter lors de l'implantation des bâtiments pour obtenir un niveau d'ensoleillement optimal. Ces distances seront fonction de trois facteurs:

La position du soleil

L'on détermine cette position grâce aux angles suivants:

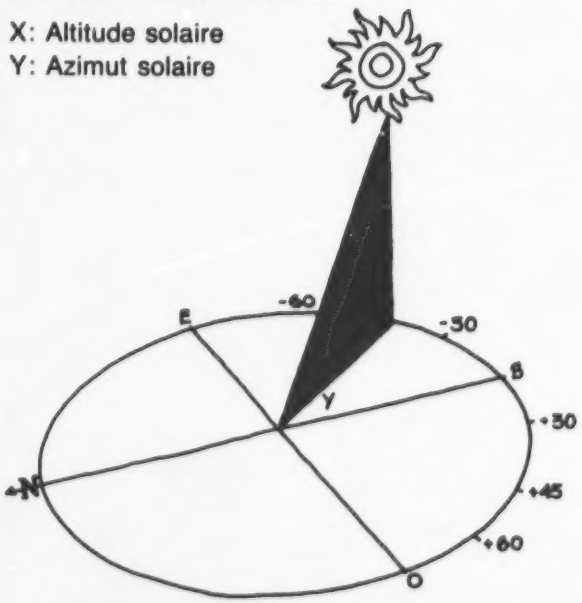
- *l'altitude*: c'est en degré la hauteur du soleil par rapport à l'horizon
- *l'azimut*: c'est l'angle que fait le soleil avec le sud. Il est positif à l'ouest et négatif à l'est.

L'altitude et l'azimut du soleil étant plus faibles en hiver qu'en été, le rayonnement solaire est donc à son minimum pendant la saison froide.

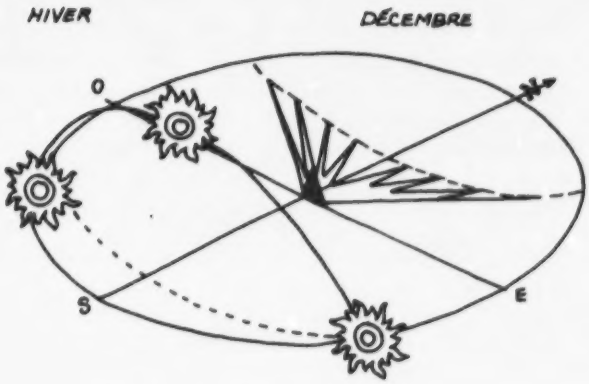
Les ombres portées seront déterminées entre un azimut de $-45°$ et $45°$ au solstice d'hiver, soit le 21 décembre, le jour de l'année où l'altitude et l'azimut du soleil sont au plus faible et où les ombres présentent leur extension maximale.

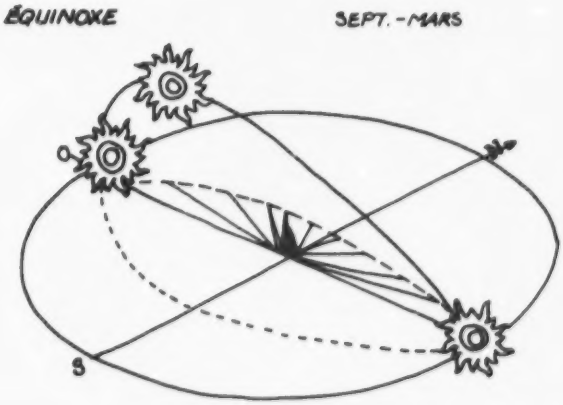
Altitude et azimut solaire

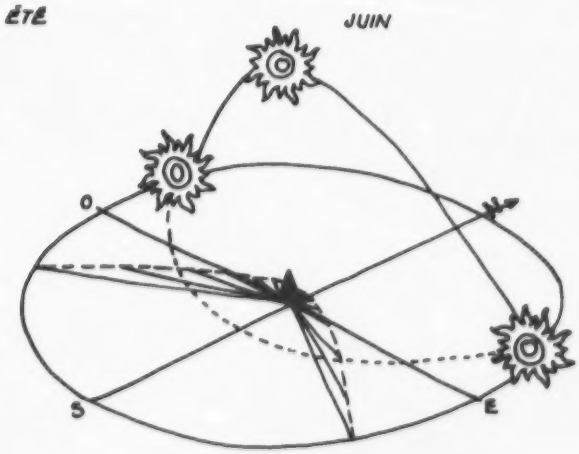
X: Altitude solaire
Y: Azimut solaire



Variation annuelle des ombres portées







La topographie du site

Les pentes et leur orientation affectent la quantité de rayonnement solaire disponible aux résidences en modifiant les longueurs d'ombre des obstacles.

- les pentes nord auront des longueurs d'ombre supérieures à celles des terrains plats,
- les pentes sud les réduiront, permettant de rapprocher davantage les bâtiments.

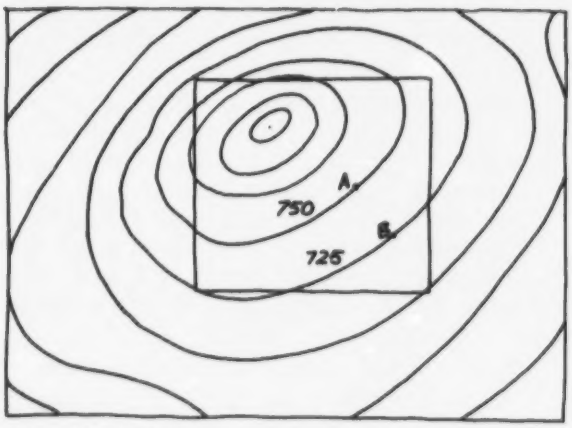
Il faut alors connaître la pente en pourcentage pour calculer l'extension des zones d'ombre sur le terrain.

La latitude du site

C'est l'angle entre le plan de l'équateur et la position du site sur le globe terrestre. La plupart des villes du Québec se situent entre 45° et 52° latitude nord.

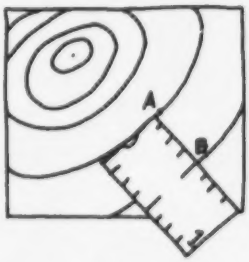
Pour une même position solaire, plus la latitude est élevée, plus l'altitude du soleil sur l'horizon sera faible et les ombres portées seront longues.

Exemple: trouver la pente de AB



échelle: 1" = 500'

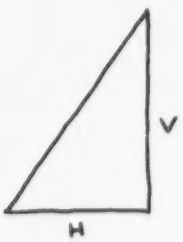
Étape 1 H = 250'
trouver la distance horizontale



AB = 1/2"
échelle = 1" = 500'
alors 1/2 x 500 = 250'
AB = 250'

Étape 2 V = 25'
Établir la distance verticale

Comme la distance verticale égale la différence de contour et vu que les intervalles de contours sur cette carte sont de 25' alors
A – B = 750' – 725' = 25'



$$\frac{\text{DISTANCE VERTICALE}}{\text{DISTANCE HORIZONTALE}} =$$

$$\frac{V}{H} \times 100 = \text{PENTE}(\%)$$

$$\frac{V}{H} = \frac{25'}{250'} = .10$$

pente de AB = 10%

Comment déterminer la position du soleil

Plusieurs références existent pour déterminer la position du soleil. Il faut d'abord déterminer la latitude du site prévu. La latitude des villes du Québec peut être obtenue dans le « *Répertoire toponymique du Québec* », publié par l'Éditeur officiel.

Puis, obtenir les altitudes et azimuts solaires dans le « *Nautical almanach 1983* » publié en 1982 par « *Her majesty's supply office* » de Londres, en Angleterre. Ou encore dans « *Ashrae handbook, 1981, fundamentals* » et « *Ashrae handbook of applications 1982* », publiés par l'« American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditionning Engineers, Inc. », Atlanta, États-Unis.

Mentionnons également le « Hélio-indicateur », produit par le groupe « *In-Ar* » de l'Université de Montréal. Cet appareil, d'une utilisation très simple, permet de déterminer pour tous les jours et heures de l'année:

- l'heure du lever et du coucher du soleil
- l'altitude et l'azimut du soleil
- sa hauteur maximale
- le nombre d'heures où le soleil est à une altitude supérieure ou inférieure à un angle donné et à un azimut supérieur ou inférieur à un angle donné[1].

Le tableau A présente l'azimut et l'altitude solaire mesuré en degré pour un 21 décembre, de 8 heures à 16 heures, à des latitudes nord de 44, 46, 48 et 50°. Le tableau B fournit les coefficients de distance à cette date et pour ces latitudes lorsque le soleil se situe à un azimut de −45° (am), plein *sud* (midi) et 45° (pm). Ces tableaux permettent par un simple calcul de trouver des longueurs d'ombre pour tout obstacle. Les coefficients de distance pour des terrains en pente sont inclus dans ce tableau.

[1] Le Groupe « *In-Ar* », Faculté de l'aménagement, Département d'architecture, Université de Montréal, Case postale 6128, Succursale « A », Montréal, Québec, H3C 3J7.

Le tracé du diagramme d'ombre
D'après les tableaux A et B

Un bâtiment ou tout autre obstacle (par exemple un arbre) peut être représenté par un ensemble de lignes verticales. Les longueurs d'ombre de ces lignes seront dessinées sur le sol pour trois azimut du soleil, soit à −45° (am), à midi et 45° (pm). Ces longueurs d'ombre sont calculées avec l'aide des tableaux A et B. Leurs extrémités seront reliées pour former le diagramme d'ombre de l'obstacle. Un exemple permettra d'illustrer les étapes à suivre.

Exemple

Étape 1: Les données du site d'implantation
Latitude: 46° Nord
Pente: 5% Nord-Ouest
Date: 21 décembre

Étape 2: Tracer les lignes verticales aux arêtes représentant le bâtiment et l'arbre.

Étape 3: Calculer la longueur d'ombre en utilisant le coefficient de distance dans le tableau B (46°N) pour une pente nord-ouest de 5%: ce coefficient est de 12,8 en avant-midi (am) 2,9 à midi et 7,8 en après-midi (pm). On multiplie les hauteurs verticales des obstacles par ces coefficients pour obtenir la longueur d'ombre.

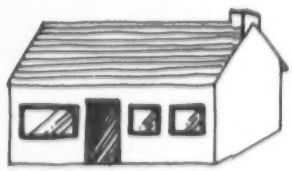
Hauteur	Longueur d'ombre		
	am (−45°)	midi	pm (+45°)
coefficient de distance d'après le tableau B	12,8	2,9	7,8
bâtiment 3m	38,4	8,7	23,4
bâtiment 4m	51,2	11,6	31,2
arbre 10m	128,0	29,0	78,0
arbre 2m	25,6	5,8	15,6

Étape 4: Dessiner les longueurs d'ombre à l'échelle sur le plan pour une position solaire de −45°, plein sud et +45°.

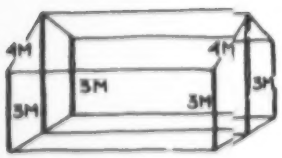
Étape 5: Relier les extrémités des longueurs d'ombre: la figure obtenue délimite approximativement la partie du sol couverte par la zone d'ombre entre un azimut de −45° et +45°.

Représentation d'un bâtiment et d'un arbre par des lignes verticales

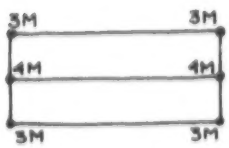
Exemple: un bâtiment



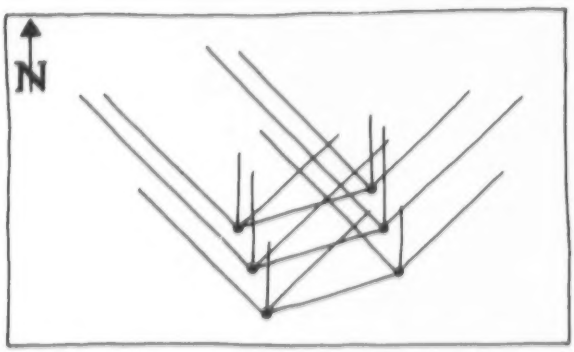
1



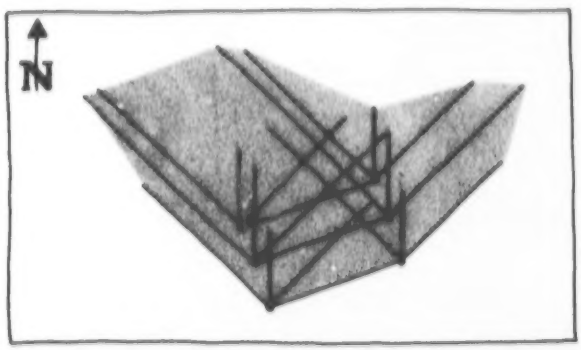
2



3

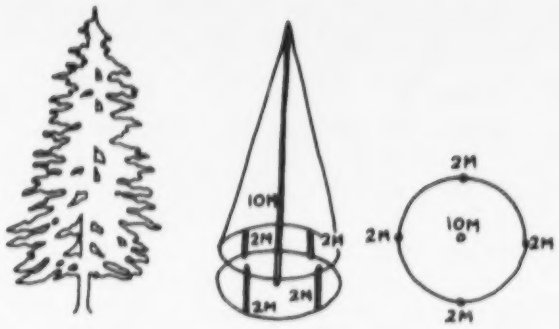


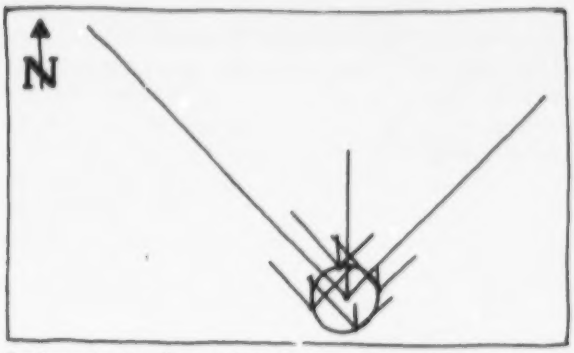
4 **Ombrages des lignes à 9:00 hrs, midi et 15:00 hrs.**



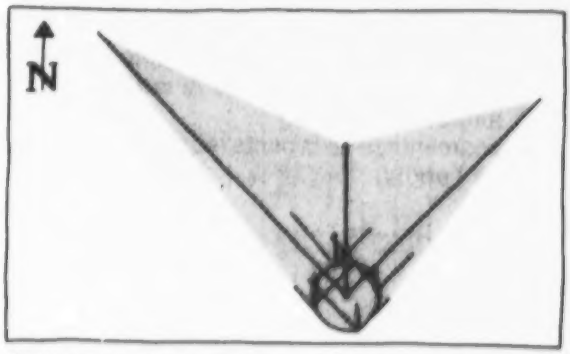
5 **Ombrage du bâtiment obtenu en joignant les lignes.**

Exemple: un arbre



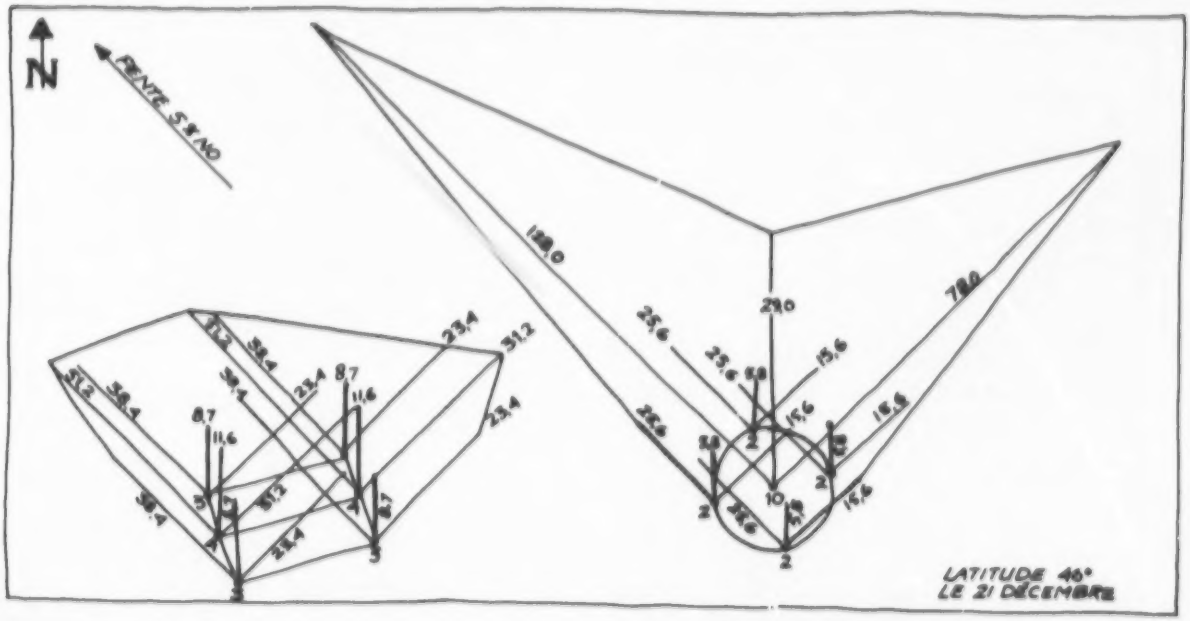


Ombrages des lignes à 9:00 hrs, midi et 15:00 hrs.



Ombrage de l'arbre obtenu en joignant les lignes.

Tracé du diagramme d'ombre d'un bâtiment et d'un arbre en utilisant les tableaux



Calcul détaillé de la longueur d'ombre

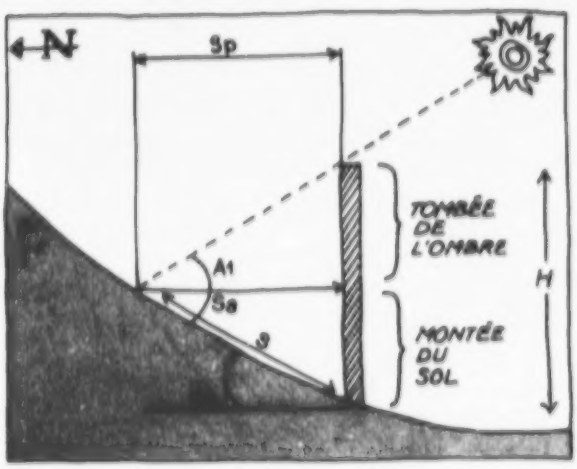
Les coefficients donnés dans les tableaux sont approximatifs dû à l'arrondissement des chiffres. De plus, plusieurs sites ne se situent pas exactement à ces latitudes ou sont affectés d'une topographie et d'un azimut solaire non inclus dans les tableaux.

Pour obtenir plus de précision, on peut calculer directement les hauteurs des obstacles en utilisant des équations trigonométriques dont les détails sont résumés ci-après.

Description des calculs

A_1: altitude solaire
A_z: azimut solaire
H: hauteur de l'obstacle
S: longueur réelle de l'ombre (en section verticale)
S_p: longueur d'ombre en plan (sur une projection horizontale sans tenir compte des variations topographiques de la surface)
S_a: angle de la pente
S_i: pourcentage de la pente (équivalent au sinus de l'angle)

Calcul détaillé de la longueur d'ombre



Terrain plat

Pour un obstacle sur terrain plat, le calcul est simple et la longueur d'ombre est donnée par la formule

$S = H/\text{Tan } A_1$

La direction de l'ombre sera directement opposée à la direction du soleil

A_z ombre = A_z soleil ± 180°

Terrain en pente

Pour un obstacle sur un site incliné, il faut alors tenir compte de la pente du terrain: si le sol descend dans la direction du rayonnement solaire, les ombres seront plus longues. Dans le cas contraire, elles seront plus courtes.

Mathématiquement, dans le cas où le sol monte:

La tombée de l'ombre = $S_p \times \text{Tan } (A_1)$

La montée du sol = $S_p \times \text{Tan } (S_a) = S_p \times S_i$

S_i = tan (Sa) pour des pentes inférieures à 7°.

La montée du sol et le raccourcissement de l'ombre égalera la hauteur H de l'obstacle

H = augmentation + raccourcissement des ombres

$= S_p \times (\text{Tan } (A_1) + \text{Tan } (S_a))$

ou

$H = S_p \times (\text{Tan } (A_1) + S_i)$

Donc la longueur d'ombre horizontale est égale à:

$$S_p = \frac{H}{(\text{Tan } (A_1) + S_i)}$$

Mais la pente du sol n'est pas toujours directement dans la direction du rayonnement solaire. On peut alors tenir compte de la différence d'orientation par l'équation suivante:

$$S_p = \frac{H}{(\text{Tan } (A_1) + S_i) \times \cos (A_z - W)}$$

ou W est l'azimut de la pente mesuré entre la ligne de pente et le sud.

Et lorsque le sol tombe, la longueur d'ombre en plan:

$$S_p = \frac{H}{(\text{Tan } (A_1) - S_i)}$$

Et l'on tient compte de la différence d'orientation de la pente par l'équation suivante:

$$S_p = \frac{H}{(\text{Tan } (A_1) - S_i) \times \cos (A_z - W)}$$

Tableau A

Altitudes et azimuts solaires

mesurés en degrés le 21 décembre

Latitude nord		Heures de la journée (heure normale)								
		8	9	10	11	12	13	14	15	16
44°	altitude	3,45	11,06	17,23	21,22	22,60	21,22	17,23	11,06	3,45
	azimut	−52,72	−41,36	−28,69	−14,75	0,00	14,75	28,69	41,36	52,72
46°	altitude	3,73	9,57	15,48	19,29	20,61	19,29	15,48	9,57	3,73
	azimut	−52,65	−41,12	−28,41	−14,56	0,00	14,56	28,41	41,12	52,65
48°	altitude	2,51	8,08	13,73	17,36	18,61	17,36	13,73	8,08	2,51
	azimut	−52,62	−40,92	−28,17	−14,40	0,00	14,40	28,17	40,92	52,62
50°	altitude	1,30	6,59	11,97	15,43	16,62	15,43	11,97	6,59	1,30
	azimut	−52,62	−40,76	−27,95	−14,25	0,00	14,25	27,95	40,76	52,62

Tableau B

Coefficient de distance, le 21 décembre

Ce tableau donne les coefficients de distance d'une verticale de un mètre à diverses latitudes, azimuts et pentes (les chiffres ont été arrondis. Pour plus de précision, utilisez les calculs trigonométriques).

Les valeurs trop incertaines pour être indiquées sont remplacées par un tiret

Latitude 44° nord																									
	Direction de la pente																								
	N			NE			E			SE			S			SO			O			NO			
Pente %	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	
0%	6,5	2,4	6,5	6,5	2,4	6,5	6,5	2,4	6,5	6,5	2,4	6,5	6,5	2,4	6,5	6,5	2,4	6,5	6,5	2,4	6,5	6,5	2,4	6,5	
5%	8,4	2,7	8,4	6,5	2,6	9,5	5,3	2,4	8,4	4,9	2,2	6,5	5,3	2,1	5,3	6,5	2,2	4,9	8,4	2,4	5,3	9,5	2,6	6,5	
10%	11,9	3,2	11,9	6,5	2,9	18,2	4,4	2,4	11,9	3,9	2,1	6,5	4,4	1,9	4,4	6,5	2,1	3,9	11,9	2,4	4,4	18,2	2,9	6,5	
15%	20,4	3,8	20,4	6,5	3,2	—	3,8	2,4	20,4	3,3	1,9	6,5	3,8	1,8	3,8	6,5	1,9	3,3	20,4	2,4	3,8	—	3,2	6,5	
20%	—	4,6	—	6,5	3,6	—	3,4	2,4	—	2,8	1,8	6,5	3,4	1,6	3,4	6,5	1,8	2,8	—	2,4	3,4	—	3,6	6,5	

Tableau B (suite)

Latitude 46° nord

	Direction de la pente																							
	N			NE			E			SE			S			SO			O			NO		
Pente %	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm
0%	7,8	2,7	7,8	7,8	2,7	7,8	7,8	2,7	7,8	7,8	2,7	7,8	7,8	2,7	7,8	7,8	2,7	7,8	7,8	2,7	7,8	7,8	2,7	7,8
5%	10,8	3,1	10,8	7,8	2,9	12,8	6,1	2,7	10,8	5,6	2,4	7,8	6,1	2,3	6,1	7,8	2,4	5,6	10,8	2,7	6,1	12,8	2,9	7,8
10%	17,5	3,6	17,5	7,8	3,3	35,7	5,0	2,7	17,5	4,4	2,2	7,8	5,0	2,1	5,0	7,8	2,2	4,4	17,5	2.7	5,0	35,7	3,3	7,8
15%	45,6	4,4	45,6	7,8	3,7	—	4,3	2,7	45,6	3,6	2,1	7,8	4,3	1,9	4,3	7,8	2,1	3,6	45,6	2,7	4,3	—	3,7	7,8
20%	—	5,7	—	7,8	4,3	—	3,7	2,7	—	3,0	1,9	7,8	3,7	1,7	3,7	7,8	1,9	3,0	—	2,7	3,7	—	4,3	7,8

Latitude 48° nord

	Direction de la pente																							
	N			NE			E			SE			S			SO			O			NO		
Pente %	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm
0%	10,1	3,0	10,1	10,1	3,0	10,1	10,1	3,0	10,1	10,1	3,0	10,1	10,1	3,0	10,1	10,1	3,0	10,1	10,1	3,0	10,1	10,1	3,0	10,1
5%	15,7	3,5	15,7	10,1	3,3	20,5	7,5	3,0	15,8	6,7	2,7	10,1	7,5	2,6	7,5	10,1	2,7	6,7	15,8	3,0	7,5	20,5	3,3	10,1
10%	35,6	4,2	35,6	10,1	3,8	—	5,9	3,0	35,7	5,0	2,5	10,1	5,9	2,3	5,9	10,1	2,5	5,0	35,7	3,0	5,9	—	3,8	10,1
15%	—	5,3	—	10,1	4,3	—	4,9	3,0	—	4,0	2,3	10,1	4,9	2,1	4,9	10,1	2,3	4,0	—	3,0	4,9	—	4,3	10,1
20%	—	7,3	—	10,1	5,1	—	4,2	3,0	—	3,3	2,1	10,1	4,2	1,9	4,2	10,1	2,1	3,3	—	3,0	4,2	—	5,1	10,1

Latitude 50° nord

	Direction de la pente																							
	N			NE			E			SE			S			SO			O			NO		
Pente %	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm	am	midi	pm
0%	12,9	3,4	12,9	12,9	3,4	12,9	12,9	3,4	12,9	12,9	3,4	12,9	12,9	3,4	12,9	12,9	3,4	12,9	12,9	3,4	12,9	12,9	3,4	12,9
5%	23,8	4,0	23,8	12,9	3,8	36,8	8,9	3,4	23,8	7,8	3,0	12,9	8,9	2,9	8,9	12,9	3,0	7,8	23,8	3,4	8,9	36,6	3,8	12,9
10%	—	5,1	—	12,9	4,4	44,0	6,7	3,4	—	5,6	2,7	12,9	6,7	2,5	6,7	12,9	2,7	5,6	—	3,4	6,7	—	4,4	12,9
15%	—	6,8	—	12,9	5,2	—	5,4	3,4	—	4,4	2,5	12,9	5,4	2,2	5,4	12,9	2,5	4,4	—	3,4	5,4	—	5,2	12,9
20%	—	10,2	—	12,9	6,4	—	4,6	3,4	—	3,6	2,3	12,9	4,6	2,0	4,6	12,9	2,3	3,6	—	3,4	4,6	—	6,4	12,9

Annexe 3

Brise-vent et pare-soleil: Caractéristiques des arbres et arbustes pouvant les constituer

Cette annexe, basée sur une publication ontarienne[1], résulte d'une consultation auprès d'experts québécois en horticulture et en foresterie. Elle énumère quelques caractéristiques d'arbres et d'arbustes pouvant être utilisés au Québec pour constituer des brise-vent ou des pare-soleil. La plupart de ces végétaux peuvent être plantés dans des milieux urbains. En tenant compte de leur taille, vitesse de croissance, résistance et besoins nutritifs, l'on assure que le brise-vent ou le pare-soleil seront d'une efficacité optimale.

L'annexe comprend les sections suivantes:

- la description des caractéristiques des végétaux
- la description du type de plantation
- la description du port de l'arbre
- les caractéristiques des végétaux
- la carte des zones de rusticité au Québec.

Il faut noter que ces renseignements ne sont donnés qu'à titre indicatif, cet annexe ne pouvant se substituer à une recherche approfondie et globale sur la constitution de brise-vent ou de pare-soleil en milieu québécois. Ainsi, tous les arbres pouvant constituer des brise-vent ou pare-soleil ne sont pas inclus dans l'annexe. De plus, les données ont un caractère approximatif, particulièrement celles concernant la taille moyenne des végétaux, leur résistance au milieu et leur vitesse de croissance. En effet, ces caractéristiques varient selon le microclimat local et le type de sol sur le site, les particularités génétiques de l'arbre et, bien sûr, les soins qu'on lui apportera. Il pourra donc exister d'importantes variations de ces caractéristiques à l'intérieur d'une même espèce. Il est donc recommandé de consulter des experts en horticulture ou en foresterie lors de l'utilisation d'espèces végétales aux fins de brise-vent ou pare-soleil.

[1] Stahiman, G.W. *Trees for the urban environment.* Ontario Shade Tree Council, s. l., 1981.

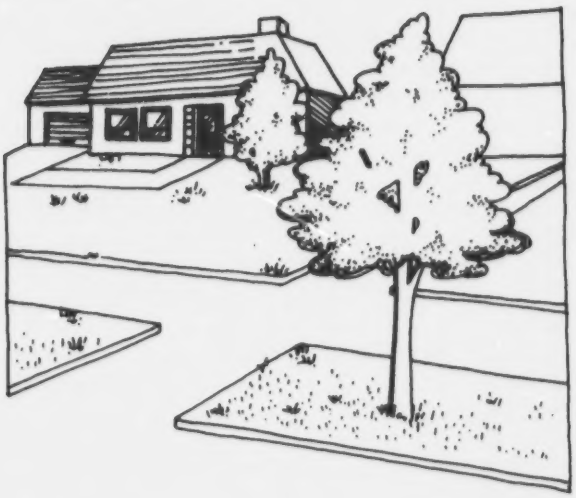
Voir aussi pour plus d'information les publications suivantes:

Oliver, R.W. *Arbres d'Ornement.* Ottawa: ministère de l'Agriculture, publication 995, 1980.

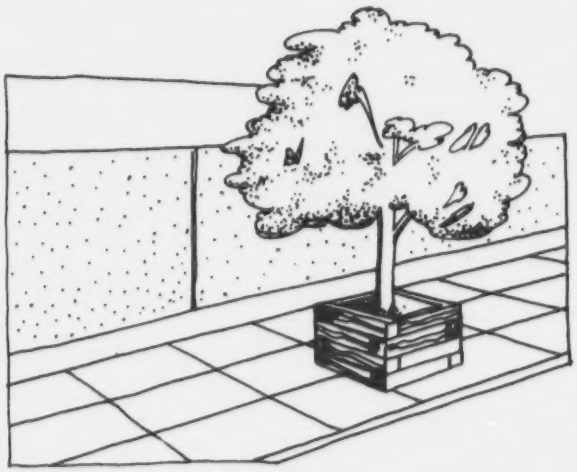
Bernard, Henri. *Arbres et arbustes ornementaux pour le Québec: la pépinière: Rapport du projet de recherche...* Québec: ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, 1981.

Brodeman et al.. *Guide des arbres d'Amérique du nord.* Ottawa: Maison Marcel Broquette, 1982.

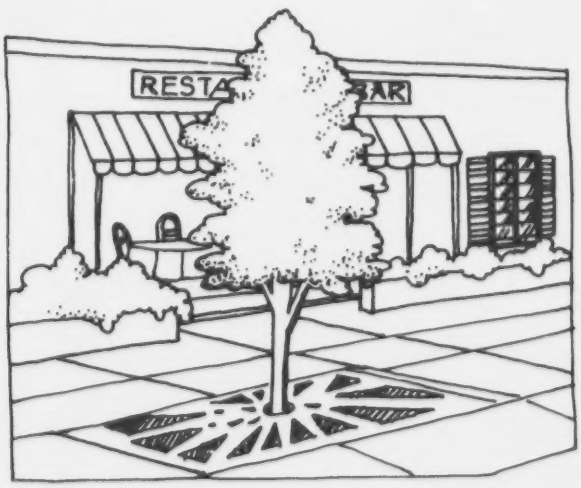
Types de plantation



Résidentielle
Les arbres sont placés sur les pelouses des rues résidentielles de banlieue, en bordure de la rue ou sur les lots résidentiels

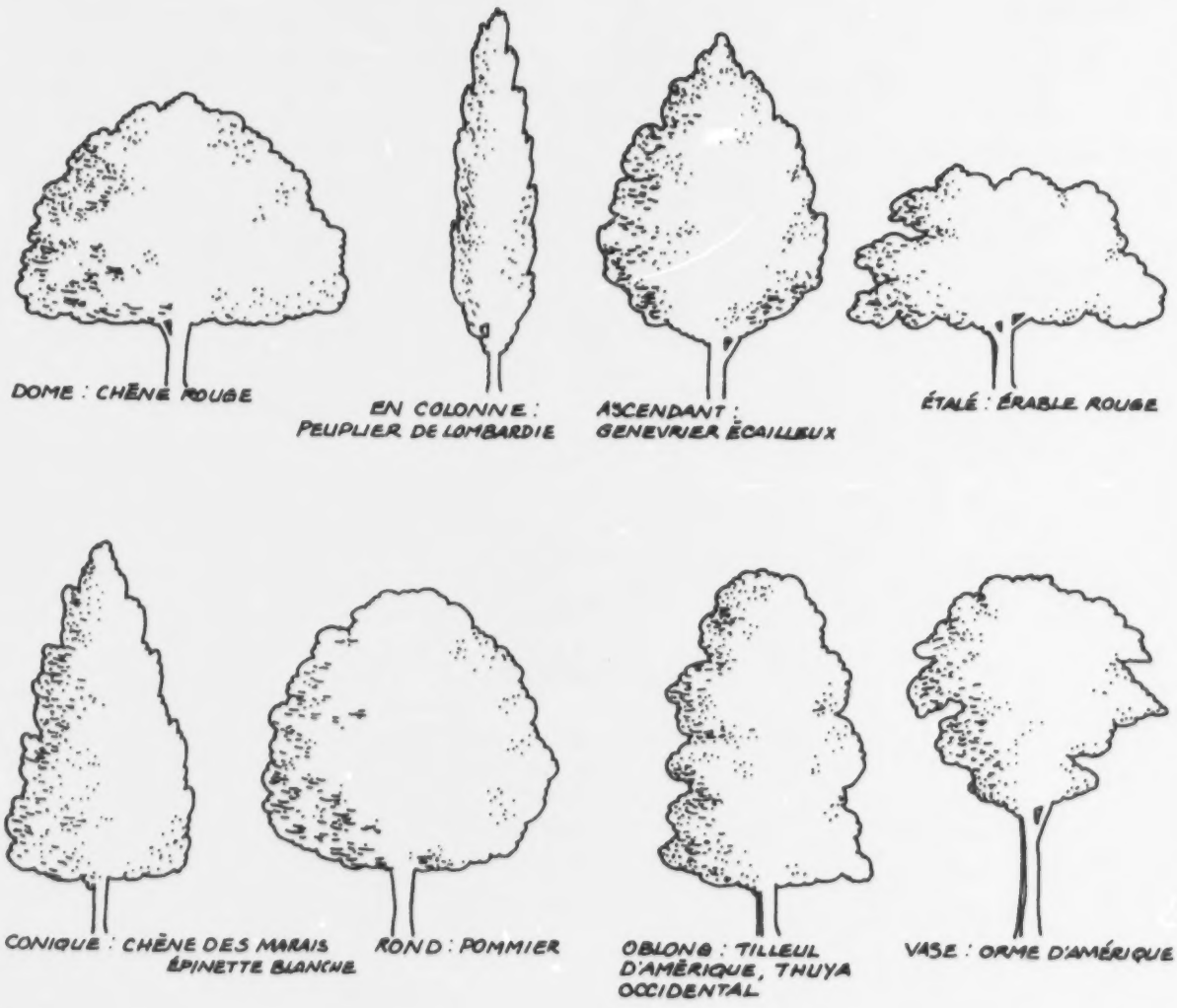


En bac
Les arbres sont placés dans des bacs en béton ou en bois, dans un milieu urbain plus dense.

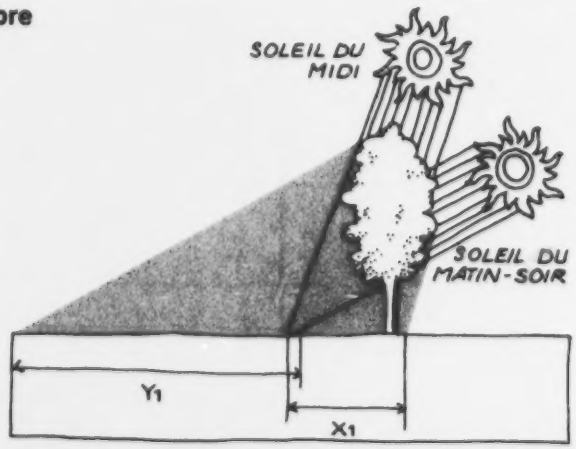


En grille
Les arbres sont placés dans des cuvettes de terre au milieu de trottoirs bétonnés ou asphaltés.

Port de l'arbre



Couronne de l'arbre



La couronne de l'arbre, soit l'ombre au sol délimitée par la forme de son feuillage, variera selon l'heure de la journée: tôt en avant-midi et tard en après-midi, les ombres seront plus allongées et étroites que vers l'heure du midi

Description des caractéristiques

Espèce et/ou cultivar	ex. d'espèce: Acer platanoides — Érable de Norvège ex. de cultivar: Acer platanoides — «Crimson King»
Zone de rusticité	Réfère à la zone géographique favorisant la croissance de l'arbre. La carte ci-jointe illustre ces zones pour le Québec.
Résistance aux insectes et maladies	Évaluation générale de la résistance B: bonne M: moyenne F: faible
Résistance à la pollution	Résistance à la pollution de l'air et à la pollution du sel de déglaçage[1] B: Bonne. Aucun effet décelé M: Moyenne. Dommages mineurs à l'arbre F: Faible. Plusieurs effets décelés
Type de sol	Type de sol favorisant la croissance A: argileux LA: loam argileux L: loam LS: loam sablonneux S: sablonneux
Vitesse de croissance	R: Rapide (20 cm/an) M: Moyenne (15-20 cm/an) F: Faible (5 à 10 cm/an)
Port de l'arbre	Voir page 83
Taille	Se réfère surtout à la taille moyenne, la taille maximale n'étant atteinte que dans des conditions idéales.
Commentaires	Ils concernent surtout le type de sol requis par le végétal, son adaptabilité aux conditions urbaines et son utilisation possible comme brise-vent et pare-soleil.

1 Voir à ce sujet: *Dossier du sel de déglaçage*, Volume 2, préparé par Information-Sel, 2015, rue Peel, Bureau 500, Montréal (Québec) H3A 1T8

Espèce et/ou cultivar Type de plantation	Zone de rusticité	Résistance aux insectes et maladies			Résistance à la pollution			Type de sol					Vitesse de croissance			Port de l'arbre	Taille moyenne à maturité	Commentaires
		B	M	F	B	M	F	A	LA	L	LS	S	R	M	L			
Acer ginnala **Érable ginnala**	2 à 9															Étendu et arrondi	4 — 6m	Petit arbre ou arbrisseau Supporte les sols secs mais préfère les sols humides S'adapte aux conditions urbaines
Résidentielle		▲			▲				▲	▲	▲		▲					
En bac		▲			▲				▲	▲	▲		▲	▲				
En grille		▲			▲				▲	▲	▲							
Acer negundo **Érable à giguère**	2															Ouvert, étendu et arrondi	6 — 12m	S'adapte à toutes situations Bois cassant Résiste à la sécheresse Sensible à la maladie du chancre et aux insectes
Résidentielle		▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲					
Acer platanoides **Érable de norvège**	5 à 9															Arrondi et large	15 — 25m	Pour tous types de sol Préfère sol riche, bien drainé Branches cassantes en hiver S'adapte bien aux conditions urbaines
Résidentielle		▲	△		▲	▲	△		▲	△	△		▲	△				
En bac		▲			▲				▲	▲	▲		▲	▲	▲			
En grille		▲	△		▲	▲	△		▲	△	△		▲	△				
Acer platanoides **Érable de norvège** **«Crimson king»**	4 à 9															Arrondi	10 — 18m	Pour tous types de sol Préfère sol riche, bien drainé Branches cassantes en hiver S'adapte bien aux conditions urbaines
Résidentielle		▲	△		▲	▲	▲		▲	▲	▲		▲	▲	△			
En bac		▲	△		▲	▲	△		▲	▲	▲		▲	▲	▲			
En grille		▲	△		▲	▲	△		▲	▲	▲		▲	▲	▲			

▲ Caractéristiques apparentes pour la majorité des sujets étudiés
△ Caractéristique apparentes chez quelques-uns des sujets étudiés

Espèce et/ou cultivar Type de plantation	Zone de rusticité	Résistance aux insectes et maladies			Résistance à la pollution			Type de sol					Vitesse de croissance			Port de l'arbre	Taille moyenne à maturité	Commentaires
		B	M	F	B	M	F	A	LA	L	LS	S	R	M	L			
Acer platanoides **Érable de norvège** **«Emerald Queen»**	5 à 9															Arrondi	10 — 15m	Pour tous types de sol Préfère sol riche, bien drainé Branches cassantes en hiver S'adapte bien aux conditions urbaines
Résidentielle		▲	△		▲				▲	▲			▲					
En bac		▲	△		▲				▲	▲	▲							
En grille		▲	△		▲				▲	▲	▲		▲	▲				
Acer platanoides **Érable de norvège** **«Globosum»**	5 à 9															Petit et arrondi	4 — 6m	Pour tous types de sol Préfère sol riche, bien drainé Branches cassantes en hiver S'adapte bien aux conditions urbaines
Résidentielle		▲					▲		▲						▲			
En bac		▲					▲		▲						▲			
En grille		▲					▲		▲						▲			
Acer platanoides **Érable de norvège** **«Olmsted»**	5 à 9															Colonnaire ou arrondi	9 — 12m	Pour tous types de sol Préfère sol riche, bien drainé Branches cassantes en hiver S'adapte bien aux conditions urbaines
Résidentielle		▲	▲		▲	▲			▲	▲			▲					
En grille		▲	▲		▲	▲			▲	▲			▲					
En bac		▲	▲		▲	▲			▲	▲			▲					
Acer platanoides **Érable de norvège** **«Schwedleri»**	5 à 9															Arrondi et large	15 — 21m	Pour tous types de sol Préfère sol riche, bien drainé Branches cassantes en hiver S'adapte bien aux conditions urbaines Coloration rouge en début de végétation et vert ensuite
Résidentielle		▲	▲		▲	▲	▲		▲				▲	▲				
En grille		▲			▲				▲				▲	▲				
En bac		▲	△		▲	△	△		▲				△	▲				

Espèce et/ou cultivar Type de plantation	Zone de rusticité	Résistance aux insectes et maladies			Résistance à la pollution			Type de sol					Vitesse de croissance			Port de l'arbre	Taille moyenne à maturité	Commentaires
		B	M	F	B	M	F	A	LA	L	LS	S	R	M	L			
Acer rubrum **Érable rouge**	2b à 9															Arrondi	10 — 15m	Nécessite des sols légèrement acides et humides Racines étalées et peu profondes S'adapte mal aux conditions urbaines Placer en banlieue seulement et loin des bâtiments
Résidentielle		▲	▲		▲	△			▲	▲	▲		▲	▲	△			
Acer saccharinum **Érable argenté**	2b à 9															Étendu et large	15 — 23m	Nécessite sol humide, riche et bien drainé Racines étendues superficielles et très envahissantes donc plantation éloigné des bâtiments Problèmes possibles de drains Peut se briser sous un verglas
Résidentielle En grille		▲ ▲			▲ ▲	△ △			▲ ▲	▲	▲		▲ ▲	△				
Acer saccharinum **Érable argenté** **« Weiry »**	2b à 9															Ouvert et port pleureur	20m	Nécessite sol humide, riche et bien drainé Racines étendues superficielles et très envahissantes donc plantation éloigné des bâtiments Problèmes possibles de drains Peut se briser sous un verglas
Résidentielle En grille		▲ ▲			▲ ▲				▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲		▲ ▲	△				
Acer saccharum **Érable à sucre**	4 à 9															Large et ovale	15 — 20m	S'adapte mal aux conditions urbaines Préfère des sols riches, humides et bien drainés (sablo-argileux) Racines étalées Placer loin des bâtiments Résiste mal au sel et à la pollution
Résidentielle		▲	△		△	△	▲			▲	▲	▲	▲	△	△			

Espèce et/ou cultivar Type de plantation	Zone de rusticité	Résistance aux insectes et maladies			Résistance à la pollution			Type de sol					Vitesse de croissance			Port de l'arbre	Taille moyenne à maturité	Commentaires
		B	M	F	B	M	F	A	LA	L	LS	S	R	M	L			
Aesculus hippocastanum **Marronnier d'Inde**	5 à 9															Arrondi	10 — 15m	Sensible à la secheresse Pas assez rustique Demande beaucoup d'espace pour sa croissance
Résidentielle		▲	▲		▲	▲					▲			▲				
En grille		▲	▲		▲	▲					▲							
Alnus **Aulne**	1 à 4b															Arrondi et irrégulier	3 — 20m	Arbrisseaux ou arbustes Utiles en sols pauvres, secs ou humides pour renaturalisation Racines superficielles Autonome en azote
Résidentielle		▲			▲	▲	▲		▲	▲	▲							
Amelanchier canadensis **Amelanchier du Canada**	4 à 9															Érigé et ovale	7 — 10m	Arbrisseaux à plusieurs tiges Pour tout bon sol Préfère les sols riches, bien drainés Utilisé dans les parcs et terrains de jeu
Résidentielle		▲	▲		▲				▲	▲	▲			△				
En bac			▲		▲						▲				▲			
Betula Sp. **Bouleaux espèces et cultivars**	2 à 9															Variable selon l'espèce et cultivars	10 — 15m	Arbre décoratif par son écorce blanche Particulièrement sensible à la mineuse de la feuille
Résidentielle			▲	▲	▲	▲			▲	▲	▲	▲	▲					

Espèce et/ou cultivar Type de plantation	Zone de rusticité	Résistance aux insectes et maladies			Résistance à la pollution			Type de sol					Vitesse de croissance			Port de l'arbre	Taille moyenne à maturité	Commentaires
		B	M	F	B	M	F	A	LA	L	LS	S	R	M	L			
Catalpa speciosa **Catalpe de l'ouest**	4b à 9															Pyramidal	12 -- 18m	Préfère les sols profonds, humides et fertiles mais s'adapte en sols secs, mouillés, alcalins Bois cassant Fructification particulière
Résidentielle		▲	▲			▲			▲	▲	▲	△	▲					
En grille			▲			▲				▲	▲	▲	▲					
Celtis occidentalis **Micocoulier occidental**	2b à 9															Étendu large	9 — 15m	Bon pour tous les types de sols Croissance moyenne
Résidentielle		▲	▲			▲			▲	▲	▲	▲		▲				
En grille		▲				▲			▲	▲	▲			▲				
Cercidiphyllum Japonicum **Arbre de katsura**	5 à 9															Étalé	4 — 6m	Arbrisseaux à plusieurs tiges Préfère sols riches et humides
Résidentielle		▲	△			▲			▲	▲	▲			△	△			
Corylus colurna **Noisetier de Byzance**	5 à 9															Forme pyramidale symétrique	9 — 15m	Croissance lente Supporte la sécheresse Transplantation difficile S'adapte aux conditions urbaines
Résidentielle		▲								▲	▲	▲			▲			
En grille		▲			▲					▲	▲	▲			▲			

Espèce et/ou cultivar Type de plantation	Zone de rusticité	Résistance aux insectes et maladies			Résistance à la pollution			Type de sol					Vitesse de croissance			Port de l'arbre	Taille moyenne à maturité	Commentaires
		B	M	F	B	M	F	A	LA	L	LS	S	R	M	L			
Elaeagnus angustifolia **Olivier de bohême**	2b à 9															Ouvert	3 — 6m	Arbustes ou arbrisseaux Convient en sols sablonneux, secs, pauvres et acides Épineux Tolère les côtes, boulevards Tolère le sel
Résidentielle En bac		▲ ▲			▲ ▲						▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲					
Fraxinus americana **Frêne d'Amérique**	2b à 9															Érigé et ouvert	15 — 21m	Préférer les variétés stériles Préfère les sols bien drainés, profonds et humides Racines profondes S'adapte très bien aux conditions urbaines Préfère plantation de banlieue À planter dans les endroits moins pollués Permet l'ensoleillement tard au printemps et tôt en automne
Résidentielle En grille		△ ▲	△			▲ ▲	▲		▲ ▲	△	△		▲ ▲					
Fraxinus nigra **Frêne noir**	2b															Étroit ouvert	10 — 15m	Préfère les sols humides Peu utilisé
Résidentielle		▲				▲				▲	▲			▲				
Fraxinus pennsylvanica **Frêne rouge**	2b à 9															Érigé ovale et étalé	12 — 15m	Racines profondes en terrain humide Tolère des hauts pH, le sel, la sécheresse S'adapte aux conditions urbaines Bon brise-vent
Résidentielle En bac En grille		▲ ▲	△ ▲ ▲		▲ ▲ ▲	 ▲		▲ ▲ ▲	▲ ▲ ▲	▲ ▲ ▲	▲ ▲ ▲	▲ ▲ ▲	▲ ▲ ▲					

Espèce et/ou cultivar Type de plantation	Zone de rusticité	Résistance aux insectes et maladies			Résistance à la pollution			Type de sol						Vitesse de croissance			Port de l'arbre	Taille moyenne à maturité	Commentaires
		B	M	F	B	M	F	A	LA	L	LS	S	R	M	L			
Ginkgo biloba ***Ginkgo*** Résidentielle En grille	4 à 9	▲▲			▲▲				▲▲	▲▲	▲▲	▲▲			▲▲	Conique ou érigé ou élargi		10 — 15m	Contôlère à feuilles non persistantes Planter des sujets mâles Préfère sols sablonneux, profonds, modérément humides Bon en milieu urbain
Gleditsia triacanthos inermis *Févier inerme d'Amérique* *Févier sans épines* Résidentielle En grille	4 à 9	▲▲			▲▲					▲▲	▲▲	▲▲	▲▲				Ouvert et large	15 — 18m	Croît bien dans les situations difficiles et pauvres Bon pour le milieu urbain Bonne essence d'alignement (haie) Utiliser plutôt comme pare-soleil — ombre légère
Gleditsia triacanthos inermis *Févier inerme* *• Shademaster •* Résidentielle En bac En grille	4 à 9	▲▲▲	▲		▲▲▲	▲▲▲				▲▲	▲▲	▲▲	▲▲				Ouvert large et symétrique	15 — 18m	Croît bien dans les situations difficiles et pauvres Bon pour le milieu urbain Bonne essence d'alignement (haie) Utiliser plutôt comme pare-soleil — ombre légère
Gleditsia triacanthos inermis *Févier inerme* *• Skyline •* Résidentielle En bac En grille	4 à 9	▲▲▲	▲▲▲		▲▲▲	▲				▲▲	▲▲	▲▲	▲▲				Arrondi et large plus symétrique que les autres cultivars	15 — 18m	Croît bien dans les situations difficiles et pauvres Bon pour le milieu urbain Bonne essence d'alignement (haie) Utiliser plutôt comme pare-soleil — ombre légère

Espèce et/ou cultivar Type de plantation	Zone de rusticité	Résistance aux insectes et maladies			Résistance à la pollution			Type de sol						Vitesse de croissance			Port de l'arbre	Taille moyenne à maturité	Commentaires
		B	M	F	B	M	F	A	LA	L	LS	S	R	M	L				
Gleditsia triacanthos inermis ***Févier inerme*** **« Sunburst »**	4b 4 9		▲		▽	▲									▲	Ouvert claire — semé et large	9 — 12m	Sujet aux gélivures Feuillage jaunâtre Utile comme pare-soleil
Résidentielle En grille		▲	▲		▲	▲				▲	▲			▲	▲				
Juniperus Virginiana **Cèdre rouge**	3 4 9			▲		▲	▲				▲			▲		Conique dense	3 — 6m	Préfère sols sablonneux, riches et calcaires Utile comme brise-vent et en haie
Résidentielle En bac				▲		▲	▲				▲			▲					
Larix laricina **Mélèze laricin**	1 4 9															Pyramidal irrégulier	12 — 18m	Racines peu profondes et étalées Supporte bien les sols humides. Essence à aiguilles caduques Supporte difficilement la pollution
Résidentielle			▲		▽	▽					▲	▲	▲						
Malus Sp. **Pommetier**	2b 4 9															Arrondi et variable selon les cultivars	6 — 10m	Susceptible au insectes et maladies Sa fructification particulière est à considérer lors de toute utilisation S'adapte bien au milieu urbain
Résidentielle En bac En grille		▲	▲	▲	▽	▲	▽	▲	▲	▲	▲	▲	▽	▲	▽				
		▲	▲	▲	▽	▲	▽		▲	▲	▲		▲	▲	▲				
													▽	▲	▽				

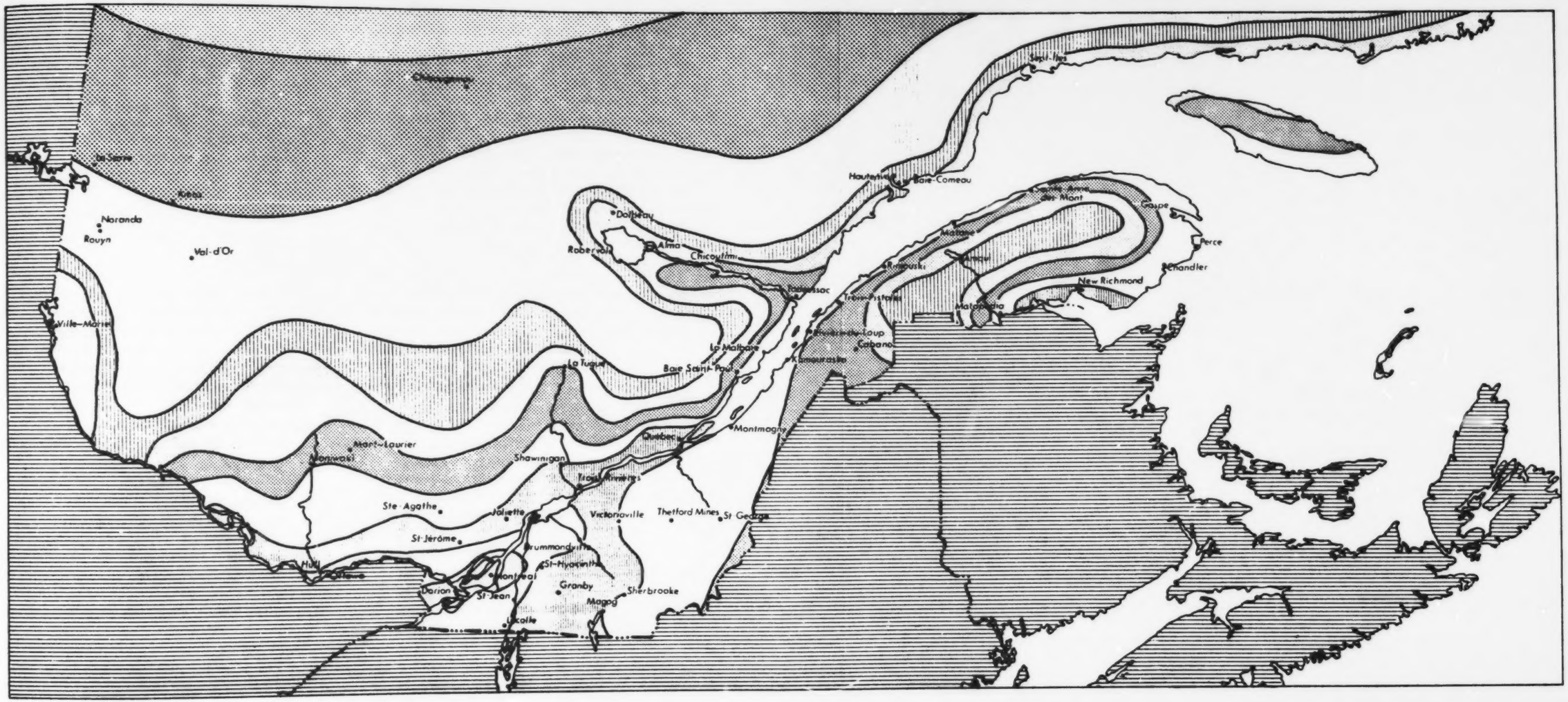
Espèce et/ou cultivar Type de plantation	Zone de rusticité	Résistance aux insectes et maladies			Résistance à la pollution			Type de sol							Vitesse de croissance			Port de l'arbre	Taille moyenne à maturité	Commentaires
		B	M	F	B	M	F	A	LA	L	LS	S	R	L	M	L			
Ostrya virginiana **Ostryer de Virginie**	3 4 5 9																	Ovale	7 — 10m	
Résidentielle		▲	△			▲				▲	▲				▲	▲				Prélère les sols bien drainés, humides
Rhododendron amurense **Rhododendron de l'amour**	3 4 5 9																	Étendu large	6 — 10m	
Résidentielle En bac En grille		▲ ▲▲ ▲▲			▲ ▲ ▲			▲ ▲	▲ ▲▲ ▲▲	▲ ▲▲ ▲▲	▲ ▲▲ ▲▲	▲ ▲▲ ▲▲	▲		△▲ ▲▲					Tolère plusieurs types de sols (acides, alcalins) Tolère la pollution urbaine S'adapte bien au milieu urbain
Picea Abies **Épinette de Norvège**	2b 4 5 9																	Conique, étroit et retombant	10 — 15m	
Résidentielle		▲	▲		▲	▲					▲	▲	▲							Prélère des sols modérément humides, sablonneux, acides Utile comme brise-vent
Picea Glauca **Épinette blanche**	1 4 5 9																	Conique étroit	10 — 20m	
Résidentielle En bac		▲▲	▲▲		▲▲	▲▲	▲▲			▲▲	▲▲	▲▲			▲▲	▲▲				Prélère des sols riches et légèrement humides Sensible aux insectes S'adapte bien au milieu résidentiel Utile comme brise-vent

Espèce et/ou cultivar Type de plantation	Zone de rusticité	Résistance aux insectes et maladies			Résistance à la pollution			Type de sol						Vitesse de croissance			Port de l'arbre	Taille moyenne à maturité	Commentaires
		B	M	F	B	M	F	A	LA	L	LS	S	R	M	L			
Picea pungens **Épinette du Colorado**	2 à 9													▲		Conique étroit	10 — 15m	Préfère des sols modérément humides mais tolère des sols secs S'adapte très bien au milieu urbain Utile comme brise-vent
Résidentielle En bac		▲▲			▲▲				▲▲	▲▲	▲▲				▲				
Pinus Nigra **Pin noir d'Autriche**	5 à 9																Conique large dense	10 — 15m	S'adapte aux sols pauvres, calcaires et humides S'adapte très bien en milieu urbain Utile comme brise-vent
Résidentielle En bac		▲▲			△	▲▲		▲	▲▲	▲	▲		▲		▲				
Pinus Strobus **Pin blanc**	3 à 9																Ovale large étendu et léger	15 — 20m	Racines profondes et très étalées Préfère sol humide, bien drainé Excellent en sol sablonneux mais éviter les sols calcaires Planter loin des bâtiments, de préférence en banlieue
Résidentielle			▲			▲	▲				▲	▲	▲						
Quercus Macrocarpa **Chêne à gros fruits**	4 à 9																Arrondi et dense	15 — 20m	Demande un sol riche, acide, profond et drainé Plantation résidentielle en site choisi
Résidentielle		▲	▲			▲	▲		▲	▲	▲				▲				

Espèce et/ou cultivar Type de plantation	Zone de rusticité	Résistance aux insectes et maladies			Résistance à la pollution			Type de sol					Vitesse de croissance			Port de l'arbre	Taille moyenne à maturité	Commentaires
		B	M	F	B	M	F	A	LA	L	LS	S	R	M	L			
Quercus Palustris **Chêne des marais**	4 à 9															Pyramidal dense et large à la base	9 — 15m	Demande un sol acide, humide et riche Tolère un sol mouillé S'adapte bien aux conditions urbaines
Résidentielle		▲				▲			▲	▲	▲				▲			
Quercus Robur **Chêne pédoncule** **« Fastigiata »**	4b à 9															Érigé, en colonne	12 — 15m	Très décoratifs Feuillage marcescent Très utile pour faire des brise-vent
Résidentielle En grille		▲ ▲	▲ ▲		▲ ▲	▲ ▲			▲ ▲	▲ ▲	▲ ▲				▲ ▲	▲		
Querbus Rubra **Chêne rouge**	3 à 9															Large et arrondi	12 — 24m	Très exigeant quant à la qualité du sol Demande un sol riche, légèrement acide et bien drainé À planter dans les quartiers résidentiels
Résidentielle		▲	△		▲	△			▲	▲	▲	▲		△				
Tilia Americana **Tilleul d'Amérique**	2b à 9															Pyramidal dense (jeune) large (adulte)	7 — 18m	Essence à grand développement Ne tolère pas les endroits pollués S'adapte mal au milieu urbain Donne beaucoup d'ombre
Résidentielle		▲	△			▲	▲	▲	▲				▲					

Espèce et/ou cultivar Type de plantation	Zone de rusticité	Résistance aux insectes et maladies			Résistance à la pollution			Type de sol						Vitesse de croissance			Port de l'arbre	Taille moyenne à maturité	Commentaires
		B	M	T	B	M	T	A	LA	L	LS	S	R	M	L			
***Tilia Cordata* et cultivars** **Tilleul à petites feuilles**	3 à 9															Pyramidal dense	9 — 15m	Tolère mal la sécheresse, la salinité et la pollution Très sujet à la fumagine Préfère un sol bien drainé, humide, fertile
Résidentielle En bac En grille			◀ ◁◀	◁ ◁ ◁		◀ ◀◀		◀ ◀◀ ◀◀	◀ ◀◀ ◀◀	◀ ◀◀ ◀◀	◀ ◀◀ ◀◀	◀ ◀◀ ◀◀	◀ ◀	◁	◀			
***Thuja occidentalis* et cultivars** **Cèdre de l'est**	3 à 9															Conique étroit variable	4 — 13m	S'adapte bien en sol riche et humide Utile comme brise-vent et haie
Résidentielle En bac		◀◀			◀◀	◀◀			◀◀	◀◀	◀◀		◀◀	◀◀				
Ulme pumila **Orme de Sibérie**	3b à 9															Ovale	12 — 15m	Pour tous types de sols même secs et pauvres Bois cassant, longévité courte Croissance envahissante S'adapte au milieu urbain
Résidentielle En bac En grille			◀◀ ◀◀	◀◀ ◀◀	◀◀ ◀◀				◀◀ ◀◀		◀◀ ◀◀	◀◀ ◀◀	◀◀ ◀◀					

ZONES DE RUSTICITÉ



LEGENDE

- Zone 1a
- Zone 1b
- Zone 2a
- Zone 2b
- Zone 3a
- Zone 3b
- Zone 4a
- Zone 4b
- Zone 5a
- Zone 5b

échelle

40 20 0 20 40 80 120 160 200 300 400 500 km.

Projet: Inventaire et régie de culture des arbres et arbustes recommandés pour fins ornementales dans les différentes régions du Québec. Ministère de l'Agriculture du Québec.CRSAQ.

Carte dessinée d'après le travail effectué par la Section de la cartographie, Institut de recherche pédologique. Direction de la recherche, Ministère de l'Agriculture du Canada.

Annexe 4

Les relevés de l'environnement

Relevé du milieu biophysique

Topographie

Ce relevé indiquera le relief, les plus hauts et bas niveaux, l'angle et l'orientation des pentes et les points d'eau sur le site. Il permettra de déterminer les pentes sud à grand axe est-ouest où pourront profiter du soleil les développements résidentiels.

L'information est disponible sur les cartes topographiques de la région.

Nature du sol

Déterminer les types de sol (roc, terre sablonneuse, graveleuse, argileuse, sable,...), leur étendue, profondeur, le degré de drainage de surface et le niveau de la nappe phréatique.

Ces données permettront de déterminer quels végétaux composeront le brise-vent et les possibilités d'utiliser le sol à des fins d'isolation.

L'information est disponible sur les cartes géologiques et pédologiques de la région.

Végétation existante

Étudier les boisés, arbres et arbustes et y identifier les espèces existantes, les localiser, prévoir leur taille actuelle et à maturité ainsi que le type d'ombrage qu'ils donnent d'après la forme et la densité de leur feuillage. Déterminer alors s'il peuvent servir à l'aménagement de brise-vent ou pare-soleil et en calculer l'ombre portée pour éviter d'ombrager les bâtiments.

Ces informations peuvent être obtenues d'experts forestiers et d'après les cartes de peuplements forestiers lorsqu'elles sont disponibles.

Microclimat

Un relevé notera pour chaque mois les températures moyennes et extrêmes et le nombre de degrés-jour[1], la direction, fréquence, vitesse moyenne et extrême des vents, en plus du nombre et de la répartition des heures d'ensoleillement.

Ces informations sont disponibles dans les documents d'Environnement Canada intitulés « *Normales climatiques au Canada* », volumes 1, 2, 4, 5 et 7. Cependant, si ces données fournissent un aperçu général des caractéristiques du vent, elles ne sont pas disponibles pour toutes les régions du Québec et ne renseignent pas sur les mouvements d'air particuliers d'un site. Dans ce cas, l'utilisation de moyens rudimentaires permettra d'évaluer les vents pour un développement entier ou une maison individuelle. Par exemple, l'on peut déterminer la direction des vents grâce à l'utilisation de pièces de tissus pendues à des poteaux situés aux points cardinaux entourant le projet. Un autre moyen peut être l'observation des dépôts de neige qui indiquent les endroits de calme (accumulation de neige) et de turbulence (peu d'accumulation). L'observation des directions prises par la fumée issue de cheminées en est un troisième.

Ensoleillement disponible sur le site

Des cartes indiqueront les diagrammes d'ombre (voir l'annexe 3) pour les bâtiments actuels et prévus, pour la végétation, le relief et tout autre obstacle au soleil. L'emplacement préférentiel pour l'implantation de bâtiments se situe dans les zones demeurant ensoleillées au solstice d'hiver, soit le 21 décembre.

Relevé du milieu urbain:

localisation des réseaux d'aqueduc, d'égout, de gaz et d'électricité.

localisation des routes et leur capacité de transport, des réseaux piétons et pistes cyclables.

trajets existants et extension prévue du réseau de transport en commun ainsi que sa capacité de desserte, les réseaux de transport interurbains, les points de correspondance.

Relevé des utilisations du sol en place et prévues

localisation et distance des usages tels les:

- concentration d'emplois
- centres d'achats
- magasins d'alimentation
- écoles
- parcs et zones vertes de quartier
- centres de loisirs
- services médicaux, de police, de pompiers

1 Le degré-jour de chauffage est la différence quotidienne entre une température de base de 18°C et la température moyenne à l'extérieur pour la journée, lorsque celle-ci est inférieure à la température de base. Les degrés-jours annuels sont la somme des degrés-jours de chaque journée où la température moyenne a été inférieure à 18°C. À Montréal, il y a en moyenne 4 470 degrés-jours par an.

Annexe 5

Politique énergétique de la ville de Brampton (Ontario)

Introduction

La capacité de la ville de Brampton et de ses citoyens de faire face aux coûts sans cesse croissants de l'énergie dépendra surtout des efforts qu'ils entreprendront eux-mêmes pour économiser l'énergie.

Objectif

Adopter des projets d'aménagement urbain et rural qui réduisent au minimum la consommation totale d'énergie et qui mettent l'accent sur les sources d'énergie renouvelables.

Orientation politique

Le Conseil doit veiller à réduire la consommation d'énergie et la dépendance à l'égard des sources d'énergie non renouvelables dans tous les équipements et installations possédés et exploités par la ville.

Le Conseil doit promouvoir une plus grande autosuffisance au niveau local en encourageant le développement, à Brampton, de diverses activités dans les domaines du commerce, de l'industrie, des loisirs et du service social.

Le Conseil doit encourager l'utilisation multifonctionnelle et intégrée des terres à aménager et l'affectation de terrains à des usages différents et complémentaires ce qui permet de mieux économiser l'énergie.

Le Conseil doit encourager la mise en oeuvre d'un programme de recyclage complet et efficace qui serait dirigé par la région de Peel.

Le Conseil doit exiger que la conception des lotissements résidentiels, commerciaux et industriels ainsi que l'implantation des bâtiments tiennent compte de l'orientation du soleil et du vent.

Le Conseil doit encourager l'utilisation d'une végétation convenablement choisie et placée pour réduire la consommation d'énergie des bâtiments.

Le Conseil doit assurer aux bâtiments construits ou prévus l'accès direct, lorsque cela est possible, à l'ensoleillement durant l'hiver pour tous les emplacements éventuels de panneaux collecteurs d'énergie solaire et pour les fenêtres faisant face au sud.

Le Conseil doit encourager les citoyens à utiliser davantage les transports en commun comme moyen d'économiser l'énergie.

Source: Lang, Reg. *Planifier les terres pour conserver l'énergie: 40 études de cas au Canada et aux États-Unis*, (série de l'utilisation des terres au Canada, no. 25) Canada, ministère de l'Environnement, Direction générale des terres, 1982. p. 161.

Annexe 6

Établissement des zones énergétiques de la ville de Portland (Oregon)

Zone énergétique	Description des critères	Évaluation
Zone 1 Secteurs desservis par le transport en commun, les commerces et les emplois.	Secteurs avec infrastructures* qui sont: • À moins de 200m** des routes de transport en commun de 1995 ou 2 km des stations de transport en commun de 1995, ET • À moins de 500m des secteurs commerciaux importants, ET • À moins de 800m de secteurs zonés industriels ou commerciaux OU • À moins de 1,6 km du centre des affaires.	Excellente
Zone 2 Secteurs desservis par le transport en commun, les commerces OU le transport en commun et les emplois	Secteurs avec infrastructures qui sont: • À moins de 200m des routes de transport en commun de 1995 ou 500m des stations de transport en commun ET moins de 500m des centres d'achats importants OU • À moins de 200m des trajets de transport en commun de 1995 ou 500m des stations de transport en commun de 1995 ET moins de 800 m des secteurs zonés industriels ou commerciaux.	Bonne
Zone 3 Secteurs desservis par le transport en commun OU les commerces OU les emplois	Secteurs avec infrastructures qui sont: • À moins de 200m des routes de transport en commun de 1995 ou 500m des stations de transport en commun de 1995 OU • À moins de 500m de centres d'achats importants OU • À moins de 800m de secteurs zonés industriels et commerciaux.	Modérée
Zone 4 Autres secteurs desservis par le réseau d'égouts	Autres secteurs de la ville de Portland qui ne sont pas dans les zones 1, 2 et 3.	Pauvre
Zone 5 Secteurs non desservis et à l'extérieur des limites de la ville	Secteurs non desservis dans Portland et secteurs à l'extérieur des limites actuelles de la ville.	Très pauvre

Source: Sewell, Derrick W.R. *Analysis of the United States experience in modifying land use to conserve energy: working paper no. 2.* Ottawa: Environnement Canada, Direction générale des terres. 1980.

* égouts

** chiffres approximatifs

Annexe 7

Une réglementation visant l'utilisation rationnelle de l'énergie[1]

Élément affecté	Mesures favorisant les économies d'énergie
Règlement de zonage	
• Contrôle des usages du lot.	• Permettre plusieurs fonctions dans un bâtiment ou sur un lot.
• Contrôle de la hauteur des bâtiments.	• Garantir un ensoleillement optimal.
• Contrôle de l'architecture des bâtiments.	• Limiter la hauteur à un maximum de 10 étages.
• Contrôle des densités d'occupation sur un lot et dans une zone.	• Augmenter la densité d'occupation.
• Contrôle des espaces libres (sur un lot ou entre plusieurs lots) et leur aménagement.	• Permettre l'aménagement paysager du lot tout en garantissant l'ensoleillement sur les lots voisins.
• Contrôle du % d'occupation du lot par la construction.	• Augmenter la densité.
• Contrôle des dimensions et du volume des constructions.	• Garantir un ensoleillement optimal.
• Contrôle des superficies de plancher par rapport à la superficie du lot.	• Augmenter les densités et ajouter des annexes ou tambours à la résidence.
• Contrôle du groupement des constructions sur le terrain.	• Permettre la densification des constructions et l'aménagement du site.
• Contrôle de l'entrée du bâtiment et du garage.	• Situer au sud l'entrée principale du bâtiment. • Situer le garage du côté des vents froids.
• Contrôle de la division et subdivision des logements.	• Permettre la conversion de résidences unifamiliales en multifamiliales. • Permettre d'aménager les pièces de séjour du côté sud des bâtiments.
• Déterminer les usages permis dans toute partie des constructions.	• Permettre la mixité des usages.
• Régir l'emplacement, la hauteur et l'entretien des murets, haies, arbustes et des arbres.	• Permettre l'aménagement paysager du site résidentiel pour bloquer les vents froids d'hiver et le soleil chaud d'été.
Règlement de lotissement	
• Contrôle de la superficie et des dimensions des lots, des superficies et dimensions minimales.	• S'assurer d'une densité minimale des bâtiments. • Choisir des superficies et dimensions favorisant la densification, l'ensoleillement du site et le développement de lots sous-dimensionnés.
• Contrôle du tracé des rues et ruelles, de leur largeur et de la distance les séparant.	• Diminuer la largeur des rues peu fréquentées en milieu résidentiel. • Orienter dans l'axe est-ouest les rues des développements résidentiels.

[1] Cette annexe donne, à titre d'exemple, un ensemble d'éléments communément régis par les règlements de zonage, de lotissement et de construction où des mesures d'économie d'énergie peuvent être appliquées. On fait référence aux articles 113 (zonage), 115 (lotissement) et 118 (construction) de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme. Noter que d'autres législations peuvent affecter différemment ces règlements.

Élément affecté	Mesures favorisant les économies d'énergie
Règlement de construction	
• Contrôle des types de matériaux. • Contrôle des normes d'isolation.	• Appliquer et même dépasser les normes minimales actuellement exigées par la Loi sur l'économie de l'énergie dans les nouveaux bâtiments et sa réglementation.

Annexe 8

La protection de l'ensoleillement à Brampton (Ontario)

En 1979, la municipalité de Brampton, en Ontario, approuva un règlement de zonage[1] destiné à protéger l'ensoleillement d'un projet préliminaire de développement domiciliaire. Ce zonage solaire s'appliquait à quelque 207 résidences réparties sur une superficie de 20 hectares.

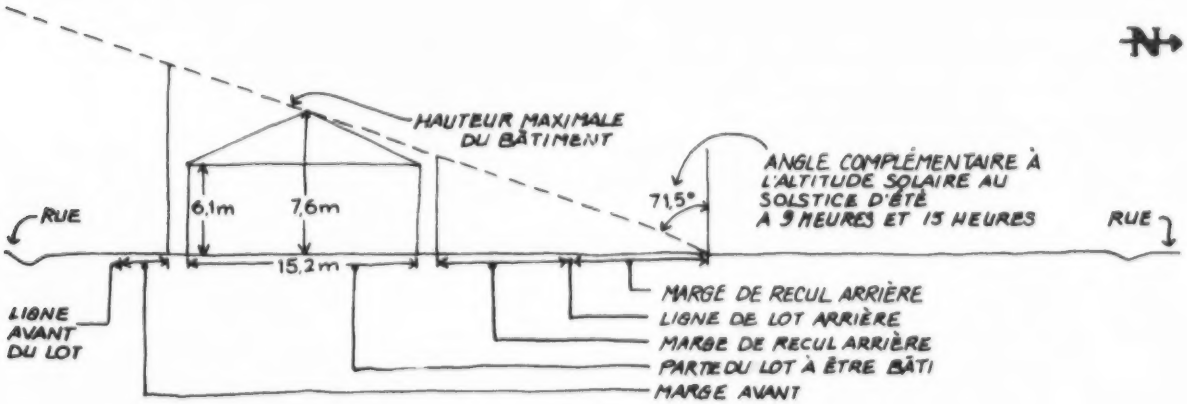
Selon le règlement, ces résidences doivent être construites de façon telle que la façade principale du côté *sud* ne varie pas par plus de 20° ou moins de 12° vers l'est de l'axe *nord-sud*. Il s'agit que la résidence soit face au sud, un peu tournée vers l'est.

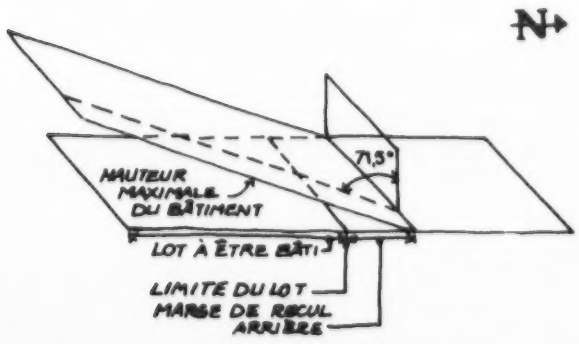
De plus, pour garantir aux résidences l'accès à l'ensoleillement entre 9h00 et 15h00 durant la saison froide, le règlement stipule que la hauteur de tout bâtiment sur un lot bordé par d'autres lots du côté nord ne doit pas excéder une surface plane inclinée à 71,5°[2] qui rencontre un plan vertical localisé sur un des lots au Nord et situé à une distance égale à la marge de recul arrière minimale.

Notons que le constructeur à l'origine du projet contribua aux changements proposés par la municipalité au projet de développement en réorientant les rues dans le sens est-ouest et en limitant les hauteurs de bâtiment pour minimiser les ombres portées. En définitive, seulement 15% des lots du développement ne se conforment pas au critère d'ensoleillement requis par la ville. L'on estime à 10% les économies d'énergie prévues dans ces bâtiments. Les coûts assumés par le constructeur lors des modifications au plan préliminaire se limitent à la valeur d'un lot.

Le droit au soleil

La municipalité de Brampton (Ontario) limite dans sa réglementation la hauteur des bâtiments selon l'ombre portée





1 By-law 139-79.
2 Brampton est situé à la latitude 43° 41' Nord.

Source: Lang, Reg. *Planifier les terres pour conserver l'énergie: études de cas au Canada et aux États-Unis*, (série de l'utilisation des terres au Canada, no. 25) Canada, ministère de l'Environnement, Direction générale des terres, 1982. pp. 161-163.

Annexe 9

Grille d'analyse énergétique d'un projet de développement résidentiel

Cette grille se veut l'exemple d'un outil d'aménagement destiné aux municipalités et aux constructeurs d'habitation. Le constructeur pourra s'en inspirer pour s'informer rapidement des mesures applicables dans les différentes phases du projet de développement et pour vérifier si ces mesures ont été mises en oeuvre. De son côté, la municipalité pourra l'utiliser pour évaluer et comparer plusieurs projets de construction et choisir celui jugé conforme à ses objectifs d'économie d'énergie. Cette grille s'adresse surtout aux projets résidentiels. Les usagers verront donc à l'adapter selon leurs besoins et contraintes.

Cette grille se divise en 5 parties principales:

- Choix du site
- Préparation du site
- Aménagement du développement
- Bâtiments
- Aménagement paysager.

Elle énumère les mesures d'économie d'énergie applicables dans chaque partie ainsi que le degré d'application atteint pour chaque mesure dans le projet.

Mesures

Degré d'application

Excellent	Bon	Moyen	Faible	Nul

• Choix du site

Existence de relevés sur:

l'environnement:
- topographie
- nature du sol
- végétation existante
- microclimat
- ensoleillement disponible

les infrastructures et services

les utilisations du sol

Choisir un site:
- orienté dans l'axe est-ouest dont la pente fait face au *sud*
- dont le sol favorise l'implantation de brise-vent et de pare-soleil et permet l'enfouissement partiel du bâtiment
- dont la végétation favorise l'implantation de brise-vent et pare-soleil
- sans obstacles naturels ou artificiels à l'ensoleillement optimal

Minimiser la distance entre les résidences et les services:
- alimentation
- écoles
- cliniques médicales
- loisirs
- espaces verts
- police-pompiers

Choisir le site près de:
- zones d'emploi
- zones de commerces
- zones de services
- réseau de transport en commun
- voies de communication importantes

Choisir le site desservi par les réseaux:
- d'aqueduc et d'égouts
- d'électricité et de gaz

TOTAL

Mesures

Degré d'application

Excellent	Bon	Moyen	Faible	Nul

• Préparation du site

Conserver et réutiliser le sol déplacé par toute excavation pour l'aménagement paysager des lots

Mettre en valeur les caractéristiques du site facilitant l'économie d'énergie

- les pentes sud
- les arbres parvenus à maturité

Utiliser les pentes pour un drainage naturel des eaux de pluie vers des bassins de rétention, ce qui réduit le besoin en infrastructures coûteuses

TOTAL					

Mesures	Degré d'application				
	Excellent	Bon	Moyen	Faible	Nul
• Aménagement du développement					
Les rues					
• Préférer une orientation des rues résidentielles *est-ouest*					
• Diminuer la largeur des rues résidentielles					
• Utiliser les culs-de-sac et des boucles pour réduire la circulation de transit dans le secteur résidentiel					
• Aménager des réseaux piétons et des pistes cyclables qui relient les fonctions, les résidences et le réseau de transport en commun					
Les lots					
• Choisir des lots étroits et profonds pour maximiser l'ensoleillement au sud sur les rues est-ouest					
• Sur les rues nord-sud, décaler les résidences pour minimiser les ombres portées					
• Préférer sur ces rues une implantation de type « ligne latérale zéro » avec façade au sud					
• Permettre une densité supérieure sur des pentes sud, sans bloquer l'ensoleillement					
• Orienter la résidence 15° à l'est du sud avec une variation maximale de 30° à l'est ou à l'ouest du sud.					
Les bâtiments					
• Limiter à 10 étages la hauteur des bâtiments multifamiliaux					
• Préférer des bâtiments compacts, plus efficaces au niveau énergétique					
• Préférer des bâtiments multifamiliaux aux résidences unifamiliales					
• Favoriser la maison en rangée ou jumelée plutôt que la maison détachée					
• Placer face au sud les bâtiments utilisant le chauffage solaire passif ou actif					
• Maximiser la densité résidentielle et le mélange des fonctions pour réduire les déplacements et améliorer l'efficacité du transport en commun					
TOTAL					

Mesures

Degré d'application

Excellent	Bon	Moyen	Faible	Nul

La localisation des bâtiments

- Situer les moyennes et hautes densités résidentielles dans des zones à usages multiples, dans les centres d'activités et près des stations de transport en commun
- Placer les bâtiments en groupes compacts pour réduire l'étalement urbain
- Localiser de préférence les bâtiments unifamiliaux sur des pentes sud ou face au sud
- Utiliser les pentes nord, est et ouest pour implanter les bâtiments commerciaux, de service ou industriels
- Éviter les creux de terrain où stagne l'air froid
- Utiliser le chauffage urbain pour les hautes et moyennes densités d'habitations
- Utiliser les terrains vagues, les corridors d'infrastructure tels les corridors de lignes électriques et autres zones non construites pour implanter des brise-vent et protéger les accès au soleil.
- Utiliser les talus de terre pour réduire le bruit et minimiser les vents froids autour de la résidence
- Placer les bâtiments hors des zones d'ombre des obstacles voisins tel qu'indiqué par les diagrammes d'ombres calculés de 9h00 à 15h00 le 21 décembre

TOTAL					

Mesures

Degré d'application

Excellent	Bon	Moyen	Faible	Nul

- **Bâtiment**

L'aménagement des pièces et abris extérieurs

- Préférer un aménagement intérieur qui place
  - les pièces séjour (cuisine, salon, vivoir) au sud
  - les chambres du côté est pour profiter du soleil matinal et éviter la surchauffe du côté ouest en été
  - les pièces de travail, ateliers, buanderies, storage du côté nord car elles font office d'espaces tampons
  - les abris extérieurs du côté des vents froids d'hiver
  - la fournaise et le foyer au centre de la maison, près d'un mur pouvant accumuler le jour et irradier la chaleur le soir
- Orienter les cloisons internes du bâtiment dans l'axe nord-sud favorisant le transfert de chaleur issue du soleil

- *Forme et structure*
- Préférer une forme cubique pour diminuer les pertes et les apports nuisibles de chaleur
- Préférer un maximum de superficie intérieure pour une même surface de murs extérieurs
- Réduire au minimum les surfaces exposées au nord
- Placer le maximum de fenestration au sud et minimiser les ouvertures au nord
- Placer les entrées du côté opposé aux vents d'hiver
- Utiliser des vestibules ou tambours pour les portes extérieures du côté des vents dominants
- Localiser les entrées et les cours extérieures du côté sud du bâtiment
- Utiliser des treillis, des vignes et des auvents pour ombrager les fenêtres au sud l'été
- Utiliser des auvents qui isolent l'intérieur du rayonnement solaire l'été mais le laissent entrer en hiver
- Utiliser une masse thermique sur les planchers et les murs pour accumuler la chaleur solaire pendant le jour et la redistribuer la nuit

TOTAL

Mesures

Degré d'application

Excellent	Bon	Moyen	Faible	Nul

• Aménagement paysager

Le brise-vent

- Évaluer les arbres présents ou prévus sur le site en fonction de l'ombrage prévu à maturité (été et hiver).
- Situer le brise-vent perpendiculairement aux vents froids, soit généralement au nord et à l'ouest, à une distance de la résidence d'au plus trois fois la taille a maturité des arbres. Il est composé de rangs de conifères, de feuillus et d'arbustes.
- Choisir des conifères et feuillus à croissance rapide tels des pins, des épinettes et des érables.
- Placer des arbustes et des haies le long des murs pour minimiser les pertes de chaleur par conduction.

Le pare-soleil

- Placer des arbres feuillus du côté sud, est ou ouest pour minimiser la surchauffe d'été.
- Utiliser des vignes qui protègent les murs de la surchauffe due aux rayons solaires d'été et isolent en hiver des vents froids en accumulant de la neige.

Le terrain

- Recouvrir partiellement ou entièrement certains murs extérieurs de terre pour les isoler du froid et de la chaleur (concept de la maison enfouie).
- Laisser de larges espaces libres et ouverts du côté sud des lots.

TOTAL					
GRAND TOTAL					

Un livre conseil à l'intention des architectes, des urbanistes, des constructeurs, des administrateurs municipaux, afin de concevoir un développement résidentiel qui favorise l'économie d'énergie.

- des maisons mieux construites
- une orientation de l'habitation pour une utilisation maximale de l'énergie solaire
- une protection naturelle de l'habitation au moyen de haies et de talus
- un développement résidentiel fonctionnel qui minimise les déplacements sur de longues distances

De nombreuses illustrations, des schémas, des tableaux et même un guide pour le choix des meilleures essences d'arbres et d'arbustes pour protéger l'habitation selon sa situation géographique.

Ministère de l'Énergie
et des Ressources